

31/5/77

4
d
B

478069-7007

HISTOIRE

NATURELLE.

Tom. IX.

I
d
B.

HISTOIRE

NATURELLE,

GÉNÉRALE

ET PARTICULIÈRE,

PAR M. LE COMTE DE BUFFON, INTEN-
DANT DU JARDIN DU ROI, DE L'ACADÉ-
MIE FRANÇOISE ET DE CELLE DES SCIEN-
CES, &c.

Tome IX.



AUX DEUX-PONTS,
CHEZ SANSON & COMPAGNIE.

M. DCC. LXXXV.



HISTOIRE

NATURELLE

PARTIE EXPÉRIMENTALE.

TREIZIEME MEMOIRE.

Recherches de la cause de l'excentricité des couches ligneuses qu'on apperçoit quand on coupe horizontalement le tronc d'un arbre ; de l'inégalité d'épaisseur & du différent nombre de ces couches , tant dans le bois formé que dans l'aubier.

Par MM. DUHAMEL & DE BUFFON.

ON ne peut travailler plus utilement pour la Physique qu'en constatant des faits douteux ; & en établissant la vraie origine de ceux qu'on attribuoit sans fondement à des causes imaginaires ou insuffisantes. C'est

dans cette vue que nous avons entrepris , M de Buffon & moi , plusieurs recherches d'Agriculture ; que nous avons , par exemple , fait des observations & des expériences sur l'accroissement & l'entretien des arbres , sur leurs maladies & sur leurs défauts , sur les plantations & sur le rétablissement des forêts , &c. Nous commençons à rendre compte à l'Académie du succès de ce travail , par l'examen d'un fait dont presque tous les auteurs d'Agriculture font mention , mais qui n'a été (nous n'hésitons pas de le dire) qu'entrevu , & qu'on a pour cette raison attribué à des causes qui sont bien éloignées de la vérité.

Tout le monde fait que , quand on coupe horizontalement le tronc d'un chêne , par exemple , on apperçoit dans le cœur & dans l'aubier des cercles ligneux qui l'enveloppent ; ces cercles sont séparés les uns des autres par d'autres cercles ligneux d'une substance plus rare ; & ce sont ces derniers qui distinguent & séparent la crûe de chaque année : il est naturel de penser que sans des accidens particuliers , ils devroient être tous à-peu-près d'égale épaisseur , & également éloignés du centre.

Il en est cependant tout autrement , & la plupart des auteurs d'Agriculture , qui ont reconnu cette différence , l'ont attribuée à différentes causes , & en ont tiré diverses conséquences ; les uns , par exemple , veulent qu'on observe avec soin la situation des jeunes arbres dans les pépinières , pour les orienter dans la place qu'on leur destine , ce que les Jardiniers appellent *planter à la*

bouffole ; ils soutiennent que le côté de l'arbre , qui étoit opposé au Soleil dans la pépinière , souffre inmanquablement de son action lorsqu'il y est exposé.

D'autres veulent que les cercles ligneux de tous les arbres soient excentriques , & toujours plus éloignés du centre ou de l'axe du tronc de l'arbre du côté du midi que du côté du nord , ce qu'ils proposent aux voyageurs qui seroient égarés dans les forêts , comme un moyen assuré de s'orienter & de retrouver leur route.

Nous avons cru devoir nous assurer par nous-mêmes de ces deux faits , & d'abord pour reconnoître si les arbres transplantés souffrent lorsqu'ils se trouvent à une situation contraire à celle qu'ils avoient dans la pépinière , nous avons choisi cinquante ormes qui avoient été élevés dans une vigne & non pas dans une pépinière touffue , afin d'avoir des sujets dont l'exposition fût bien décidée. J'ai fait , à une même hauteur , élever tous ces arbres , dont le tronc avoit douze à treize pouces de circonférence , & avant de les arracher , j'ai marqué d'une petite entaille le côté exposé au midi , ensuite je les ai fait planter sur deux lignes , observant de les mettre alternativement , un dans la situation où il avoit été élevé , & l'autre dans une situation contraire ; en sorte que j'ai eu vingt-cinq arbres orientés comme dans la vigne , à comparer avec vingt-cinq autres qui étoient dans une situation toute opposée : en les plantant ainsi alternativement , j'ai évité tous les soupçons qui au-

roient pu naître des veines de terre , dont la qualité change quelquefois tout d'un coup. Mes arbres sont prêts à faire leur troisième pousse , je les ai bien examinés , il ne me paroît pas qu'il y ait aucune différence entre les uns & les autres ; il est probable qu'il n'y en aura pas dans la suite : car si le changement d'exposition doit produire quelque chose , ce ne peut être que dans les premières années , & jusqu'à ce que les arbres se soient accoutumés aux impressions du soleil & du vent , qu'on prétend être capables de produire un effet sensible sur ces jeunes sujets.

Nous ne déciderons cependant pas que cette attention est superflue dans tous les cas , car nous voyons dans les terres légères , les pêchers & les abricotiers de haute tige plantés en espalier au midi , se dessécher entièrement du côté du soleil , & ne subsister que par le côté du mur. Il semble donc que dans les pays chauds , sur le penchant des montagnes , au midi , le soleil peut produire un effet sensible sur la partie de l'écorce qui lui est exposée ; mais mon expérience décide incontestablement que dans notre climat & dans les situations ordinaires , il est inutile d'orienter les arbres qu'on transplante ; c'est toujours une attention de moins qui ne laisseroit pas que de gêner lorsqu'on plante des arbres en alignement ; car pour peu que le tronc des arbres soit un peu courbé , ils font une grande difformité quand on n'est pas le maître de mettre la courbure dans le sens de l'alignement.

A l'égard de l'excentricité des couches ligneuses vers le midi, nous avons remarqué que les gens les plus au fait de l'exploitation des forêts, ne sont point d'accord sur ce point. Tous, à la vérité conviennent de l'excentricité des couches annuelles ; mais les uns prétendent que ces couches sont plus épaisses du côté du nord, parce que, disent-ils, le soleil dessèche le côté du midi ; & ils appuient leur sentiment sur le prompt accroissement des arbres des pays septentrionaux, qui viennent plus vite & grossissent davantage que ceux des pays méridionaux.

D'autres, au contraire, & c'est le plus grand nombre, prétendent avoir observé que les couches sont plus épaisses du côté du midi ; & pour ajouter à leur observation un raisonnement physique, ils disent que le soleil étant le principal moteur de la sève, il doit la déterminer à passer avec plus d'abondance dans la partie où il a le plus d'action, pendant que les pluies qui viennent souvent du vent du midi, humectent l'écorce, la nourrissent, ou du moins préviennent le dessèchement que la chaleur du soleil auroit pu causer.

Voilà donc des sujets de doute entre ceux-là même qui sont dans l'usage actuel d'exploiter des bois, & on ne doit pas s'en étonner ; car les différentes circonstances produisent des variétés considérables dans l'accroissement des couches ligneuses. Nous allons le prouver par plusieurs expériences ; mais avant que de les rapporter, il est bon d'avertir que nous distinguons ici les chê-

nes d'abord en deux espèces , savoir : ceux qui portent des glands à longs pédicules , & ceux dont les glands sont presque collés à la branche. Chacune de ces espèces en donne trois autres , savoir : les chênes qui portent de très gros glands , ceux dont les glands sont de médiocre grosseur , & enfin ceux dont les glands sont très petits. Cette division , qui seroit grossière & imparfaite pour un Botaniste , suffit aux forestiers ; & nous l'avons adoptée parce que nous avons cru appercevoir quelque différence dans la qualité du bois de ces espèces , & que d'ailleurs il se trouve dans nos forêts un très grand nombre d'espèces différentes de chênes dont le bois est absolument semblable , auxquelles par conséquent nous n'avons pas eu d'égard.

EXPÉRIENCE PREMIÈRE.

LE 27 mars 1734 , pour nous assurer si les arbres croissent du côté du midi plus que du côté du nord , M. de Buffon a fait couper un chêne à gros gland , âgé d'environ soixante ans , à un bon pied & demi au-dessus de la surface du terrain , c'est-à-dire , dans l'endroit où la tige commence à se bien arrondir , car les racines causent toujours un élargissement au pied des arbres : celui-ci étoit situé dans une lisière découverte à l'orient , mais un peu couverte au nord d'un côté , & de l'autre au midi. Il a fait faire la coupe le plus horizontalement qu'il a été possible ; & ayant mis la pointe d'un compas dans le centre des cercles annuels , il a reconnu qu'il coïnci-

doit avec celui de la circonférence de l'arbre, & qu'ainsi tous les côtés avoient également grossi ; mais ayant fait couper ce même arbre à vingt pieds plus haut, le côté du nord étoit plus épais que celui du midi ; il a remarqué qu'il y avoit une grosse branche du côté du nord, un peu au-dessous des vingt pieds.

EXPÉRIENCE II.

Le même jour, il a fait couper de la même façon, à un pied & demi au-dessus de terre, un chêne à petits glands, âgé d'environ quatre-vingts ans, situé comme le précédent ; il avoit plus grossi du côté du midi que du côté du nord. Il a observé qu'il y avoit au-dedans de l'arbre un nœud fort serré du côté du nord qui venoit des racines.

EXPÉRIENCE III.

Le même jour, il a fait couper de même un chêne à gland de médiocre grosseur, âgé de soixante ans, dans une lisière exposée au midi ; le côté du midi étoit plus fort que celui du nord, mais il l'étoit beaucoup moins que celui du levant. Il a fait fouiller au pied de l'arbre, & il a vu que la plus grosse racine étoit du côté du levant ; il a ensuite fait couper cet arbre à deux pieds plus haut, c'est-à-dire, à près de quatre pieds de terre en tout, & à cette hauteur le côté du nord étoit plus épais que tous les autres.

EXPÉRIENCE IV.

LE même jour , il a fait couper à la même hauteur un chêne à gros glands , âgé d'environ soixante ans , dans une lisière exposée au levant , & il a trouvé qu'il avoit également grossi de tous côtés ; mais à un pied & demi plus haut , c'est-à-dire , à trois pieds au-dessus de la terre , le côté du midi étoit un peu plus épais que celui du nord.

EXPÉRIENCE V.

UN autre chêne à gros glands , âgé d'environ trente-cinq ans , d'une lisière exposée au levant , avoit grossi d'un tiers de plus du côté du midi que du côté du nord , à un pied au-dessus de terre ; mais à un pied plus haut , cette inégalité diminuoit déjà , & à un pied plus haut il avoit également grossi de tous côtés : cependant en le faisant encore couper plus haut , le côté du midi étoit un tant soit peu plus fort.

EXPÉRIENCE VI.

UN autre chêne à gros glands , âgé de trente-cinq ans , d'une lisière exposée au midi , coupé à trois pieds au-dessus de terre , étoit un peu plus fort au midi qu'au nord , mais bien plus fort du côté du levant que d'aucun autre côté.

EXPÉRIENCE VII.

UN autre chêne de même âge & mêmes glands , situé au milieu des bois , étoit également crû du côté du midi & du côté du nord , & plus du côté du levant que du côté du couchant.

EXPÉRIENCE VIII.

LE 29 mars 1734 il a continué ces épreuves , & il a fait couper à un pied & demi au-dessus de terre , un chêne à gros glands , d'une très belle venue , âgé de quarante ans , dans une lisière exposée au midi ; il avoit grossi du côté du nord beaucoup plus que d'aucun autre côté ; celui du midi étoit même le plus foible de tous. Ayant fait fouiller au pied de l'arbre , il a trouvé que la plus grosse racine étoit du côté du nord.

EXPÉRIENCE IX.

UN autre chêne de même espèce , même âge & à la même position , coupé à la même hauteur d'un pied & demi au-dessus de la surface du terrain , avoit grossi du côté du midi plus que du côté du nord. Il a fait fouiller au pied , & il a trouvé qu'il y avoit une grosse racine du côté du midi , & qu'il n'y en paroissoit point du côté du nord.

EXPÉRIENCE X.

UN autre chêne de même espèce ; mais âgé de soixante ans & absolument isolé , avoit

plus grossi du côté du nord que d'aucun autre côté. En fouillant, il a trouvé que la plus grosse racine étoit du côté du nord.

Je pourrois joindre à ces observations beaucoup d'autres pareilles que M. de Buffon a fait exécuter en Bourgogne, de même qu'un grand nombre que j'ai faites dans la forêt d'Orléans, qui se montent à l'examen de plus de quarante arbres, mais dont il m'a paru inutile de donner le détail. Il suffit de dire qu'elles décident toutes que l'aspect du midi ou du nord n'est point du tout la cause de l'excentricité des couches ligneuses, mais qu'elle ne doit s'attribuer qu'à la position des racines & des branches, de sorte que les couches ligneuses sont toujours plus épaisses du côté où il y a plus de racines ou de plus vigoureuses. Il ne faut cependant pas manquer de rapporter une expérience que M. de Buffon a faite, & qui est absolument décisive.

Il choisit ce même jour, 29 Mars, un chêne isolé, auquel il avoit remarqué quatre racines à-peu-près égales & disposées assez régulièrement, en sorte que chacune répondoit à très peu près à un des quatre points cardinaux, & l'ayant fait couper à un pied & demi au-dessus de la surface du terrain, il trouva, comme il le soupçonnoit, que le centre des couches ligneuses coïncidoit avec celui de la circonférence de l'arbre, & que par conséquent il avoit grossi de tous côtés également.

Ce qui nous a pleinement convaincu que la vraie cause de l'excentricité des couches

ligneuses est la position des racines , & quelquefois des branches , & que si l'aspect du midi ou du nord , &c. influe sur les arbres pour les faire grossir inégalement , ce ne peut être que d'une manière insensible , puisque dans tous ces arbres , tantôt c'étoit les couches ligneuses du côté du midi qui étoient les plus épaisses , & tantôt celles du côté du nord ou de tout autre côté ; & que , quand nous avons coupé des troncs d'arbres à différentes hauteurs , nous avons trouvé les couches ligneuses , tantôt plus épaisses d'un côté , tantôt d'un autre.

Cette dernière observation m'a engagé à faire fendre plusieurs corps d'arbres par le milieu. Dans quelques-uns , le cœur suivoit à-peu-près en ligne droite l'axe du tronc ; mais dans le plus grand nombre , & dans les bois même les plus parfaits & de la meilleure fente , il faisoit des inflexions en forme de zigzag ; outre cela , dans le centre de presque tous les arbres , j'ai remarqué aussi bien que M. de Buffon , que dans une épaisseur d'un pouce , ou un pouce & demi vers le centre , il y avoit plusieurs petits nœuds , en sorte que le bois ne s'est trouvé bien franc qu'au-delà de cette petite épaisseur.

Ces nœuds viennent sans doute de l'éruption des branches que le chêne pousse en quantité dans sa jeunesse , qui venant à périr , se recouvrent avec le temps , & forment ces petits nœuds auxquels on doit attribuer en partie cette direction irrégulière du cœur qui n'est pas naturelle aux arbres. Elle peut venir aussi de ce qu'ils ont perdu

dans leur jeunesse leur flèche ou montant principal par la gelée , l'abroustissement du bétail , la force du vent ou de quelque autre accident ; car ils sont alors obligés de nourrir des branches latérales pour en former leurs tiges , & le cœur de ces branches ne répondant pas à celui du tronc , il s'y fait un changement de direction. Il est vrai que peu-à-peu ces branches se redressent ; mais il reste toujours une inflexion dans le cœur de ces arbres

Nous n'avons donc pas apperçu que l'exposition produisît rien de sensible sur l'épaisseur des couches ligneuses ; & nous croyons que quand on en remarque plus d'un côté que d'un autre , elle vient presque toujours de l'insertion des racines , ou de l'éruption de quelques branches , soit que ces branches existent actuellement , ou qu'ayant péri , leur place soit recouverte. Les plaies cicatrisées , la gélivure , le double aubier , dans un même arbre , peuvent encore produire cette augmentation d'épaisseur des couches ligneuses ; mais nous la croyons absolument indépendante de l'exposition , ce que nous allons encore prouver par plusieurs observations familières.

OBSERVATION PREMIERE.

Tout le monde peut avoir remarqué dans les vergers , des arbres qui s'emportent , comme disent les Jardiniers , sur une de leurs branches , c'est-à-dire , qu'ils poussent sur cette branche avec vigueur , pendant que

que les autres restent chétives & languissantes. Si l'on fouille au pied de ces arbres pour examiner leurs racines, on trouvera à-peu-près la même chose qu'au dehors de la terre, c'est-à-dire, que du côté de la branche vigoureuse, il y aura de vigoureuses racines, pendant que celles de l'autre côté seront en mauvais état.

OBSERVATION II.

QU'UN arbre soit planté entre un gazon & une terre façonnée, ordinairement la partie de l'arbre, qui est du côté de la terre labourée, sera plus verte & plus vigoureuse que celle qui répond au gazon.

OBSERVATION III.

ON voit souvent un arbre perdre subitement une branche ; & si l'on fouille au pied, on trouve le plus ordinairement la cause de cet accident dans le mauvais état où se trouvent les racines qui répondent à la branche qui a péri.

OBSERVATION IV.

Si on coupe une grosse racine à un arbre, comme on le fait quelquefois pour mettre un arbre à fruit, ou pour l'empêcher de s'emporter sur une branche, on fait languir la partie de l'arbre à laquelle cette racine correspondoit ; mais il n'arrive pas toujours que ce soit celle qu'on vouloit affaiblir,

parce qu'on n'est pas toujours assuré à quelle partie de l'arbre une racine porte sa nourriture, & une même racine la porte souvent à plusieurs branches; nous en allons dire quelque chose dans un moment.

OBSERVATION V.

Qu'on fende un arbre, depuis une de ses branches, par son tronc, jusqu'à une de ses racines, on pourra remarquer que les racines, de même que les branches, sont formées d'un faisceau de fibres, qui sont une continuation des fibres longitudinales du tronc de l'arbre.

Toutes ces observations semblent prouver que le tronc des arbres est composé de différens paquets de fibres longitudinales, qui répondent par un bout à une racine, & par l'autre, quelquefois à une, & d'autres fois à plusieurs branches; en sorte que chaque faisceau de fibres paroît recevoir sa nourriture de la racine dont il est une continuation. Suivant cela, quand une racine périt, il s'en devoit suivre le desséchement d'un faisceau de fibres dans la partie du tronc & dans la branche correspondante; mais il faut remarquer :

1^o. Que dans ce cas les branches ne font que languir, & ne meurent pas entièrement :

2^o. Qu'ayant greffé par le milieu sur un sujet vigoureux une branche d'orme assez forte qui étoit chargée d'autres petites branches, les rameaux qui étoient sur la partie

inférieure de la branche greffée, pousserent quoique plus foiblement que ceux du sujet. Et j'ai vu aux Chartreux de Paris un oranger subsister & grossir en cette situation quatre ou cinq mois sur le sauvageon où il avoit été greffé. Ces expériences prouvent que la nourriture qui est portée à une partie d'un arbre, se communique à toutes les autres, & par conséquent la sève a un mouvement de communication latérale. On peut voir sur cela les expériences de M. Hales; mais ce mouvement latéral ne nuit pas assez au mouvement direct de la sève, pour l'empêcher de se rendre en plus grande abondance à la partie de l'arbre, & au faisceau même des fibres qui correspond à la racine qui la fournit; & c'est ce qui fait qu'elle se distribue principalement à une partie des branches de l'arbre, & qu'on voit ordinairement la partie de l'arbre où répond une racine vigoureuse, profiter plus que tout le reste, comme on le peut remarquer sur les arbres des lisieres des forêts; car leurs meilleures racines étant presque toujours du côté du champ, c'est aussi de ce côté que les couches ligneuses sont communément les plus épaisses.

Ainsi, il paroît par les expériences que nous venons de rapporter, que les couches ligneuses sont plus épaisses dans les endroits de l'arbre où la sève a été portée en plus grande abondance, soit que cela vienne des racines ou des branches, car on fait que les unes & les autres agissent de concert pour le mouvement de la sève.

C'est cette même abondance de sève qui fait que l'aubier se transforme plutôt en bois ; c'est d'elle dont dépend l'épaisseur relative du bois parfait avec l'aubier dans les différens terrains & dans les diverses espèces ; car l'aubier n'est autre chose qu'un bois imparfait, un bois moins dense, qui a besoin que la sève le traverse, & y dépose des parties fixes pour remplir ses pores & le rendre semblable au bois : la partie de l'aubier dans laquelle la sève passera en plus grande abondance, fera donc celle qui se transformera plus promptement en bois parfait ; & cette transformation doit, dans les mêmes espèces, suivre la qualité du terrain.

EXPÉRIENCES.

M. de Buffon a fait scier plusieurs chênes à deux ou trois pieds de terre, & ayant fait polir la coupe avec la plane, voici ce qu'il a remarqué :

Un chêne âgé de quarante - six ans environ, avoit d'un côté quatorze couches annuelles d'aubier, & du côté opposé il en avoit vingt ; cependant les quatorze couches étoient d'un quart plus épaisses que les vingt de l'autre côté.

Un autre chêne, qui paroissoit du même âge, avoit d'un côté seize couches d'aubier, & du côté opposé il en avoit vingt-deux ; cependant les seize couches étoient d'un quart plus épaisses que les vingt-deux.

Un autre chêne de même âge avoit d'un côté vingt couches d'aubier, & du côté op-

posé il en avoit vingt-quatre ; cependant les vingt couches étoient d'un quart plus épaisses que les vingt-quatre.

Un autre chêne de même âge avoit d'un côté dix couches d'aubier , & du côté opposé il en avoit quinze ; cependant les dix couches étoient d'un sixième plus épaisses que les quinze.

Un autre chêne de même âge avoit d'un côté quatorze couches d'aubier , & de l'autre vingt-une ; cependant les quatorze couches étoient d'une épaisseur presque double de celles des vingt-une.

Un chêne de même âge avoit d'un côté onze couches d'aubier , & du côté opposé il en avoit dix-sept ; cependant les onze couches étoient d'une épaisseur double de celles des dix-sept.

Il a fait de semblables observations sur les trois espèces de chênes qui se trouvent le plus ordinairement dans les forêts , & il n'y a point apperçu de différence.

Toutes ces expériences prouvent que l'épaisseur de l'aubier , est d'autant plus grande que le nombre des couches qui le forment est plus petit. Ce fait paroît singulier ; l'explication en est cependant aisée. Pour la rendre plus claire , supposons , pour un instant , qu'on ne laisse à un arbre que deux racines , l'une à droite , double de celle qui est à gauche ; si on n'a point d'attention à la communication latérale de la sève , le côté droit de l'arbre recevrait une fois autant de nourriture que le côté gauche ; les cercles annuels grossiroient donc plus à droite qu'à

gauche , & en même temps la partie droite de l'arbre se transformeroit plus promptement en bois parfait que la partie gauche , parce qu'en se distribuant plus de sève dans la partie droite que dans la gauche , il se déposeroit dans les interstices de l'aubier un plus grand nombre de parties fixes propres à former le bois.

Il nous paroît donc assez bien prouvé que de plusieurs arbres plantés dans les même-terrein, ceux qui croissent plus vite ont leurs couches ligneuses plus épaisses , & qu'en même temps leur aubier se convertit plutôt en bois que dans les arbres qui croissent lentement. Nous allons maintenant faire voir que les chênes qui sont crûs dans les terrains maigres ont plus d'aubier , par proportion à la quantité de leur bois , que ceux qui sont crûs dans les bons terrains. Effectivement, si l'aubier ne se convertit en bois parfait qu'à proportion que la sève qui le traverse y dépose des parties fixes , il est clair que l'aubier sera bien plus long-temps à se convertir en bois dans les terrains maigres que dans les bons terrains.

C'est aussi ce que j'ai remarqué en examinant des bois qu'on abattoit dans une vente , dont le bois étoit beaucoup meilleur à une de ses extrémités qu'à l'autre , simplement parce que le terrain y avoit plus de fonds.

Les arbres qui étoient venus dans la partie où il y avoit moins de bonne terre , étoient moins gros , leurs couches ligneuses étoient plus minces que dans les autres ; ils avoient un plus grand nombre de couches

d'aubier, & même généralement plus d'aubier par proportion à la grosseur de leur bois ; je dis par proportion au bois, car si on se contentoit de mesurer avec un compas l'épaisseur de l'aubier dans les deux terrains, on le trouveroit communément bien plus épais dans le bon terrain que dans l'autre.

M. de Buffon a suivi bien plus loin ces observations, car ayant fait abattre dans un terrain sec & graveleux, où les arbres commencent à couronner à trente ans, un grand nombre de chênes à mediocres & petits glands, tous âgés de quarante-six ans ; il fit aussi abattre autant de chênes de même espèce & du même âge dans un bon terrain, où le bois ne couronne que fort tard. Ces deux terrains sont à une portée de fusil l'un de l'autre, à la même exposition, & ils ne diffèrent que par la qualité & la profondeur de la bonne terre, qui dans l'un est de quelques pieds, & dans l'autre de huit à neuf pouces seulement. Nous avons pris avec une règle & un compas les mesures du cœur & de l'aubier de tous ces différens arbres, & après avoir fait une Table de ces mesures, & avoir pris la moyenne entre toutes, nous avons trouvé :

1^o. Qu'à l'âge de quarante-six ans, dans le terrain maigre, les chênes communs ou de gland médiocre, avoient 1 d'aubier & $2 + \frac{2}{9}$ de cœur, & les chênes de petits glands 1 d'aubier & $1 + \frac{1}{6}$ de cœur ; ainsi dans le terrain maigre, les premiers ont plus du double de cœur que les derniers.

2°. Qu'au même âge de quarante-fix ans, dans un bon terrain, les chênes communs avoient 1 d'aubier & 3 de cœur, & les chênes de petits glands 1 d'aubier & 2 $\frac{1}{2}$ de cœur; ainsi, dans les bons terrains, les premiers ont un sixième de cœur plus que les derniers :

2°. Qu'au même âge de quarante-fix ans, dans le même terrain maigre, les chênes communs avoient seize ou dix-sept couches ligneuses d'aubier, & les chênes de petits glands en avoient vingt-une; ainsi, l'aubier se convertit plutôt en cœur dans les chênes communs que dans les chênes de petits glands :

4°. Qu'à l'âge de quarante-fix ans, la grosseur du bois de service, y compris l'aubier des chênes à petits glands dans le mauvais terrain, est à la grosseur du bois de service des chênes de même espèce dans le bon terrain comme 21 $\frac{1}{2}$ sont à 29; d'où l'on tire, en supposant les hauteurs égales, la proportion de la quantité de bois de service dans le bon terrain à la quantité dans le mauvais terrain comme 841 sont à 462, c'est-à-dire, presque double; & comme les arbres de même espèce s'élèvent à proportion de la bonté & de la profondeur du terrain, on peut assurer que la quantité du bois que fournit un bon terrain est beaucoup plus du double de celle que produit un mauvais terrain. Nous ne parlons ici que du bois de service, & point du tout du taillis; car, après avoir fait les mêmes épreuves & les mêmes calculs sur des arbres beaucoup plus jeunes,

jeunes , comme de vingt-cinq à trente ans , dans le bon & le mauvais terrain , nous avons trouvé que les différences n'étoient pas à beaucoup près si grandes ; mais comme ce détail seroit un peu long , & que d'ailleurs il y entre quelques expériences sur l'aubier & le cœur du chêne , selon les différens âges , sur le temps absolu qu'il faut à l'aubier pour se transformer en cœur , & sur le produit des terrains maigres , comparé au produit des bons terrains , nous renvoyons le tout à un autre Mémoire.

Il n'est donc pas douteux , que dans les terrains maigres , l'aubier ne soit plus épais , par proportion au bois , que dans les bons terrains ; & quoique nous ne rapportions rien ici que sur les proportions des arbres qui se sont trouvés bien sains , cependant nous remarquerons en passant que ceux qui étoient un peu gâtés avoient toujours plus d'aubier que les autres. Nous avons pris aussi les mêmes proportions du cœur & de l'aubier dans les chênes de différens âges , & nous avons reconnu que les couches ligneuses étoient plus épaisses dans les jeunes arbres que dans les vieux , mais aussi qu'il y en avoit une bien moindre quantité. Concluons donc de nos expériences & de nos observations :

I. Que dans tous les cas où la sève est portée avec plus d'abondance , les couches ligneuses , de même que les couches d'aubier , y sont épaisses , soit que l'abondance de cette sève soit un effet de la bonté du terrain ou de la bonne constitution de l'arbre , soit qu'elle dépende de l'âge de l'arbre ,

de la position des branches ou des racines, &c :

II. Que l'aubier se convertit d'autant plutôt en bois, que la sève est portée avec plus d'abondance dans les arbres ou dans une portion de ces arbres que dans une autre, ce qui est une suite de ce que nous venons de dire :

III. Que l'excentricité des couches ligneuses dépend entièrement de l'abondance de la sève, qui se trouve plus grande dans une portion d'un arbre que dans une autre, ce qui est toujours produit par la vigueur des racines ou des branches qui répondent à la partie de l'arbre où les couches sont les plus épaisses & les plus éloignées du centre :

IV. Que le cœur des arbres suit très rarement l'axe du tronc, ce qui est produit quelquefois par l'épaisseur inégale des couches ligneuses dont nous venons de parler, & quelquefois par des plaies recouvertes ou des extravasions de substance, & souvent par les accidens qui ont fait périr le montant principal.





QUATORZIEME MÉMOIRE.

OBSERVATIONS

*Des différens effets que produisent sur les végétaux
les grandes gelées d'hiver & les petites gelées
du printemps.*

Par MM. DUHAMEL & DE BUFFON.

LA PHYSIQUE des végétaux , qui conduit à la perfection de l'Agriculture , est une de ces Sciences dont le progrès ne s'augmente que par une multitude d'observations qui ne peuvent être l'ouvrage ni d'un homme seul ni d'un temps borné. Aussi ces observations ne passent-elles guère pour certaines que lorsqu'elles ont été répétées & combinées en différens lieux , en différentes saisons , & par différentes personnes qui ayent eu les mêmes idées. C'a été dans cette vue que nous nous sommes joints , M. de Buffon & moi , pour travailler de concert à l'éclaircissement d'un nombre de phénomènes difficiles à expliquer dans cette partie de l'histoire de la Nature , de la connoissance desquels il peut résulter une infinité de choses utiles dans la pratique de l'Agriculture.

L'accueil dont l'Académie a favorisé les prémices de cette association , je veux dire

le Mémoire formé de nos observations sur l'excentricité des couches ligneuses, sur l'inégalité de l'épaisseur de ces couches, sur les circonstances qui font que l'aubier se convertit plutôt en bois, ou reste plus long-temps dans son état d'aubier; cet accueil, dis-je, nous a encouragés à donner également toute notre attention à un autre point de cette physique végétale, qui ne demandoit pas moins de recherches, & qui n'a pas moins d'utilité que le premier.

La gelée est quelquefois si forte pendant l'hiver qu'elle détruit presque tous les végétaux, & la disette de 1709 est une époque de ses cruels effets.

Les grains périrent entièrement; quelques espèces d'arbres, comme les noyers, périrent aussi sans ressource; d'autres, comme les oliviers & presque tous les arbres fruitiers furent moins maltraités, ils repoussèrent de dessus leur souche, leurs racines n'ayant point été endommagées. Enfin plusieurs grands arbres plus vigoureux poussèrent au printemps presque sur toutes leurs branches, & ne parurent pas en avoir beaucoup souffert. Nous ferons cependant remarquer dans la suite les dommages réels & irréparables que cet hiver leur a causés.

Une gelée qui nous prive des choses les plus nécessaires à la vie, qui fait périr entièrement plusieurs espèces d'arbres utiles, & n'en laisse presque aucun qui ne se ressente de sa rigueur, est certainement des plus redoutables; ainsi, nous avons tout à craindre des grandes gelées qui viennent pen-

dant l'hiver , & qui nous réduiroient aux dernières extrémités si nous en ressentions plus souvent les effets ; mais heureusement on ne peut citer que deux ou trois hivers qui , comme celui de l'année de 1709 , ayent produit une calamité si générale.

Les plus grands désordres que causent jamais les gelées du printemps , ne portent pas à beaucoup près sur des choses aussi essentielles , quoiqu'elles endommagent les grains , & principalement le seigle lorsqu'il est nouvellement épié & en lait : on n'a jamais vu que cela ait produit de grandes disettes ; elles n'affectent pas les parties les plus solides des arbres , leur tronc ni leurs branches , mais elles détruisent totalement leurs productions , & nous privent de récoltes de vins & de fruits ; & par la suppression des nouveaux bourgeons , elles causent un dommage considérable aux forêts.

Ainsi , quoiqu'il y ait quelques exemples que la gelée d'hiver nous ait réduits à manquer de pain , & à être privés pendant plusieurs années d'une infinité de choses utiles que nous fournissent les végétaux , le dommage que causent les gelées du printemps , nous devient encore plus important , parce qu'elles nous affligent beaucoup plus fréquemment ; car , comme il arrive presque tous les ans quelques gelées en cette saison , il est rare qu'elles ne diminuent nos revenus.

A ne considérer que les effets de la gelée , même très superficiellement , on apperçoit déjà que ceux que produisent les fortes gelées d'hiver , sont très différens de ceux qui sont occa-

fionnés par les gelées du printemps, puisque les unes attaquent le corps même & les parties les plus solides des arbres, au lieu que les autres détruisent simplement leurs productions, & s'opposent à leurs accroissemens. C'est ce qui sera plus amplement prouvé dans la suite de ce Mémoire.

Mais nous ferons voir en même temps qu'elles agissent dans des circonstances bien différentes, & que ce ne sont pas toujours les terroirs, les expositions & les situations où l'on remarque que les gelées d'hiver ont produit de plus grands désordres, qui souffrent le plus des gelées du printemps.

On conçoit bien que nous n'avons pas pu parvenir à faire cette distinction des effets de la gelée qu'en rassemblant beaucoup d'observations qui rempliront la plus grande partie de ce Mémoire. Mais seroient-elles simplement curieuses, & n'auroient-elles d'utilité que pour ceux qui voudroient rechercher la cause physique de la gelée? Nous espérons de plus qu'elles seront profitables à l'Agriculture, & que, si elles ne nous mettent pas à portée de nous garantir entièrement des torts que nous fait la gelée, elles nous donneront des moyens pour en parer une partie : c'est ce que nous aurons soin de faire sentir à mesure que nos observations nous en fourniront l'occasion. Il faut donc en donner le détail, que nous commencerons par ce qui regarde les grandes gelées d'hiver ; nous parlerons ensuite des gelées du printemps.

Nous ne pouvons pas raisonner avec autant de certitude des gelées d'hiver que de

celles du printemps, parce que, comme nous l'avons déjà dit, on est assez heureux pour n'éprouver que rarement leurs tristes effets.

La plupart des arbres étant dans cette saison dépouillés de fleurs, de fruits & de feuilles, ont ordinairement leurs bourgeons endurcis & en état de supporter des gelées assez fortes, à moins que l'été précédent n'ait été frais; car en ce cas les bourgeons n'étant pas parvenus à ce degré de maturité que les Jardiniers appellent *aoûtés*, ils sont hors d'état de résister aux plus médiocres gelées d'hiver; mais ce n'est pas l'ordinaire, & le plus souvent les bourgeons mûrissent avant l'hiver, & les arbres supportent les rigueurs de cette saison sans en être endommagés, à moins qu'il ne vienne des froids excessifs, joints à des circonstances fâcheuses dont nous parlerons dans la suite.

Nous avons cependant trouvé dans les forêts beaucoup d'arbres attaqués de défauts considérables qui ont certainement été produits par les fortes gelées dont nous venons de parler, & particulièrement par celle de 1709; car, quoique cette énorme gelée commence à être assez ancienne, elle a produit dans les arbres qu'elle n'a pas entièrement détruits, des défauts qui ne s'effaceront jamais.

Ces défauts sont, 1°. des gerces qui suivent la direction des fibres, & que les gens de forêts appellent *gelivures*:

2°. Une portion de bois mort renfermée dans le bon bois, ce que quelques forestiers appellent *la gelivure entrelardée*.

Enfin le double aubier qui est une couronne entière de bois imparfait, remplie & recouverte par de bon bois. Il faut détailler ces défauts, & dire d'où ils procèdent. Nous allons commencer par ce qui regarde le double aubier.

L'aubier est, comme l'on fait, une couronne ou une ceinture plus ou moins épaisse de bois blanc & imparfait, qui dans presque tous les arbres, se distingue aisément du bois parfait qu'on appelle le *cœur*, par la différence de sa couleur & de sa dureté. Il se trouve immédiatement sous l'écorce, & il enveloppe le bois parfait, qui, dans les arbres sains, est à-peu-près de la même couleur, depuis la circonférence jusqu'au centre; mais dans ceux dont nous voulons parler, le bois parfait se trouve séparé par une seconde couronne de bois blanc, en sorte que sur la coupe du tronc d'un de ces arbres, on voit alternativement une couronne d'aubier puis une de bois parfait, ensuite une seconde couronne d'aubier, & enfin un massif de bois parfait. Ce défaut est plus ou moins grand, & plus ou moins commun, selon les différens terrains & les différentes situations; dans les terres fortes & dans le touffu des forêts, il est plus rare & moins considérable que dans les clairières & dans les terres légères.

A la seule inspection de ces couronnes de bois blanc que nous appellerons dans la suite le *faux aubier*, on voit qu'elles sont de mauvaise qualité; cependant, pour en être plus certain, M. de Buffon en a fait faire plusieurs petits soliveaux de deux pieds de lon-

gueur, sur neuf à dix lignes d'équarrissage, & en ayant fait faire de pareils de véritable aubier, il a fait rompre les uns & les autres en les chargeant dans leur milieu; & ceux de faux aubier ont toujours rompu sous un moindre poids que ceux du véritable aubier, quoique, comme l'on fait, la force de l'aubier soit très petite en comparaison de celle du bois formé.

Il a ensuite pris plusieurs morceaux de ces deux espèces d'aubier, il les a pesés dans l'air & ensuite dans l'eau, & il a trouvé que la pesanteur spécifique de l'aubier naturel étoit toujours plus grande que celle du faux aubier. Il a fait ensuite la même expérience avec le bois du centre de ces mêmes arbres, pour le comparer à celui de la couronne qui se trouve entre les deux aubiers, & il a reconnu que la différence étoit à-peu-près celle qui se trouve naturellement entre la pesanteur du bois du centre de tous les arbres & celle de la circonférence. Ainsi, tout ce qui est devenu bois parfait dans ces arbres défectueux, s'est trouvé à-peu-près dans l'ordre ordinaire. Mais il n'en est pas de même du faux aubier, puisque, comme le prouvent les expériences que nous venons de rapporter, il est plus foible, plus tendre & plus léger que le vrai aubier, quoiqu'il ait été formé vingt & vingt-cinq ans auparavant, ce que nous avons reconnu en comptant les cercles annuels, tant de l'aubier que du bois qui recouvre ce faux aubier; & cette observation, que nous avons répétée sur nombre d'arbres, prouve incontestablement que

ce défaut est une suite du grand froid de 1709 : car il ne faut pas être surpris de trouver toujours quelques couches de moins que le nombre des années qui se sont écoulées depuis 1709, non-seulement parce qu'on ne peut jamais avoir, par le nombre des couches ligneuses, l'âge des arbres qu'à trois ou quatre années près, mais encore parce que les premières couches ligneuses qui se sont formées depuis 1709, étoient si minces & si confuses, qu'on ne peut les distinguer bien exactement.

Il est encore sûr que c'est la portion de l'arbre qui étoit en aubier dans le temps de la grande gelée de 1709, qui, au lieu de se perfectionner & de se convertir en bois, est au contraire devenue plus défectueuse ; on n'en peut pas douter après les expériences que M. de Buffon a faites pour s'assurer de la qualité de ce faux aubier.

D'ailleurs il est plus naturel de penser que l'aubier doit plus souffrir des grandes gelées que le bois formé, non-seulement parce qu'étant à l'extérieur de l'arbre, il est plus exposé au froid, mais encore parce qu'il contient plus de sève, & que les fibres sont plus tendres & plus délicates que celles du bois. Tout cela paroît d'abord souffrir peu de difficulté, cependant on pourroit objecter l'observation rapportée dans l'histoire de l'Académie, année 1710, par laquelle il paroît qu'en 1709 les jeunes arbres ont mieux supporté le grand froid que les vieux arbres ; mais comme le fait que nous venons de rapporter est certain, il faut bien qu'il y ait

quelque différence entre les parties organiques, les vaisseaux, les fibres, les vésicules, &c. de l'aubier des vieux arbres & de celui des jeunes : elles seront peut-être plus souples, plus capables de prêter dans ceux-ci que dans les vieux, de telle sorte qu'une force qui sera capable de faire rompre les unes, ne fera que dilater les autres. Au reste, comme ce sont là des choses que les yeux ne peuvent appercevoir, & dont l'esprit reste peu satisfait, nous passerons plus légèrement sur ces conjectures, & nous nous contenterons des faits que nous avons bien observés. Cet aubier a donc souffert de la gelée, c'est une chose incontestable, mais a-t-il été entièrement désorganisé ? il pourroit l'être sans qu'il s'en fût suivi la mort de l'arbre ; pourvu que l'écorce fût restée saine, la végétation auroit pu continuer. On voit tous les jours des saules & des ormes qui ne subsistent que par leur écorce : & la même chose s'est vue long-temps à la pépinière du Roule sur un oranger qui n'a péri que depuis quelques années.

Mais nous ne croyons pas que le faux aubier dont nous parlons soit mort, il m'a toujours paru être dans un état bien différent de l'aubier qu'on trouve dans les arbres qui sont attaqués de la gelivure entrelardée, & dont nous parlerons dans un moment ; il a aussi paru de même à M. de Buffon, lorsqu'il en a fait faire des soliveaux & des cubes pour les expériences que nous avons rapportées ; & d'ailleurs s'il eût été désorganisé, comme il s'étend sur toute la

circonférence des arbres , il auroit interrompu le mouvement latéral de la sève ; & le bois du centre , qui se feroit trouvé recouvert par cette enveloppe d'aubier mort , n'auroit pas pu végéter , il feroit mort aussi , & se feroit altéré , ce qui n'est pas arrivé , comme le prouve l'expérience de M. de Buffon , que je pourrois confirmer par plusieurs que j'ai exécutées avec soin , mais dont je ne parlerai pas pour le présent , parce qu'elles ont été faites dans d'autres vues ; cependant on ne conçoit pas aisément comment cet aubier a pu être altéré au point de ne pouvoir se convertir en bois , & que bien loin qu'il soit mort , il ait même été en état de fournir de la sève aux couches ligneuses qui se sont formées par-dessus dans un état de perfection qu'on peut comparer aux bois des arbres qui n'ont souffert aucun accident. Il faut bien cependant que la chose se soit passée ainsi , & que le grand hiver ait causé une maladie incurable à cet aubier , car s'il étoit mort aussi bien que l'écorce qui le recouvre , il n'est pas douteux que l'arbre auroit péri entièrement ; c'est ce qui est arrivé , en 1709 , à plusieurs arbres dont l'écorce s'est détachée , qui , par un reste de sève qui étoit dans leur tronc , ont poussé au printemps , mais qui sont morts d'épuisement avant l'automne , faute de recevoir assez de nourriture pour subsister.

Nous avons trouvé de ces faux aubiers qui étoient plus épais d'un côté que d'un autre , ce qui s'accorde à merveille avec l'état le plus ordinaire de l'aubier. Nous en avons

aussi trouvé de très minces , apparemment qu'il n'y avoit eu que quelques couches d'aubier d'endommagées. Tous ces faux aubiers ne sont pas de la même couleur , & n'ont pas souffert une altération égale ; ils ne sont pas aussi mauvais les uns que les autres , & cela s'accorde à merveille avec ce que nous avons dit plus haut. Enfin nous avons fait fouiller au pied de quelques-uns de ces arbres , pour voir si ce même défaut existoit aussi dans les racines , mais nous les avons trouvées très saines ; ainsi il est probable que la terre qui les recouvroit les avoit garanties du grand froid.

Voilà donc un effet des plus fâcheux des gelées d'hiver ; qui , pour être renfermé dans l'intérieur des arbres , n'en est pas moins à craindre , puisqu'il rend les arbres qui en sont attaqués , presque inutiles pour toutes sortes d'ouvrages ; mais outre cela il est très fréquent , & on a toutes les peines du monde à trouver quelques arbres qui en soient totalement exempts ; cependant on doit conclure des observations que nous venons de rapporter , que tous les arbres dont le bois ne suit pas une nuance réglée depuis le centre où il doit être d'une couleur plus foncée , jusqu'auprès de l'aubier où la couleur s'éclaircit un peu , doivent être soupçonnés de quelques défauts , & même être entièrement rebutés pour les ouvrages de conséquence , si la différence est considérable. Disons maintenant un mot de cet autre défaut que nous avons appelé *la gelivure entrelardée*.

En sciant horizontalement des pieds d'ar-

bres , on apperçoit quelquefois un morceau d'aubier mort & d'écorce desséchée , qui sont entièrement recouverts par le bois vif. Cet aubier mort occupe à-peu-près le quart de la circonférence dans l'endroit du tronc où il se trouve ; il est quelquefois plus brun que le bon bois , & d'autres fois presque blanchâtre. Ce défaut se trouve plus fréquemment sur les côteaux exposés au midi que par-tout ailleurs. Enfin par la profondeur où cet aubier se trouve dans le tronc , il paroît dans beaucoup d'arbres avoir péri en 1709 ; & nous croyons qu'il est dans tous une suite des grandes gelées d'hiver qui ont fait entièrement périr une portion d'aubier & d'écorce , qui ont ensuite été recouverts par le nouveau bois ; & cet aubier mort se trouve presque toujours à l'exposition du midi , parce que le soleil venant à fondre la glace de ce côté , il en résulte une humidité qui regèle de nouveau & si-tôt après que le soleil a disparu , ce qui forme un verglas qui , comme l'on fait , cause un préjudice considérable aux arbres. Ce défaut n'occupe pas ordinairement toute la longueur du tronc , desorte que nous avons vu des pièces équarries qui paroissent très saines , & que l'on n'a reconnues attaquées de cette gelivure que quand on les a eu refendues pour en faire des planches ou des membrieres. Si on les eût employées de toute leur grosseur , on les auroit cru exemptes de tous défauts. On conçoit cependant combien un tel vice dans leur intérieur doit diminuer leur force , & précipiter leur dépérissement.

Nous avons dit encore que les fortes gelées d'hiver faisoient quelquefois fendre les arbres suivant la direction de leurs fibres, & même avec bruit; ainsi il nous reste à rapporter les observations que nous avons pu faire sur cet accident.

On trouve dans les forêts des arbres qui ayant été fendus suivant la direction de leurs fibres, sont marqués d'une arête qui est formée par la cicatrice qui a recouvert ces gerçures, qui restent dans l'intérieur de ces arbres sans se réunir, parce que, comme nous le prouverons dans une autre occasion, il ne se forme jamais de réunion dans les fibres ligneuses sitôt qu'elles ont été séparées ou rompues. Tous les ouvriers regardent toutes ces fentes comme l'effet des gelées d'hiver; c'est pourquoi ils appellent des gelivures toutes les gerçures qu'ils apperçoivent dans les arbres. Il n'est pas douteux que la sève, qui augmente de volume lorsqu'elle vient à geler, comme font toutes les liqueurs aqueuses, peut produire plusieurs de ces gerçures; mais nous croyons qu'il y en a aussi qui sont indépendantes de la gelée, & qui sont occasionnées par une trop grande abondance de sève.

Quoi qu'il en soit, nous avons trouvé de ces défauts dans tous les terroirs & à toutes les expositions, mais plus fréquemment qu'ailleurs dans les terroirs humides & aux expositions du nord & du couchant; peut-être cela vient-il dans un cas de ce que le froid est plus violent à ces expositions; & dans l'autre, de ce que les arbres qui sont

dans les terroirs marécageux , ont le tissu de leurs fibres ligneuses plus foible & plus rare , & de ce que leur sève est plus abondante & plus aqueuse que dans les terroirs secs , ce qui fait que l'effet de la raréfaction des liqueurs par la gelée , est plus sensible & d'autant plus en état de défunir les fibres ligneuses , qu'elles y apportent moins de résistance.

Ce raisonnement paroît être confirmé par une autre observation , c'est que les arbres résineux , comme le sapin , sont rarement endommagés par les grandes gelées , ce qui peut venir de ce que leur sève est résineuse ; car on fait que les huiles ne gèlent pas parfaitement , & qu'au lieu d'augmenter de volume à la gelée , comme l'eau , elles en diminuent lorsqu'elles se figent (a).

Au reste , nous avons scié plusieurs arbres attaqués de cette maladie , & nous avons presque toujours trouvé , sous la cicatrice

[a] M. Hales , ce savant Observateur qui nous a tant appris de choses sur la végétation , dit dans son livre de la *Statique des végétaux* , pag. 19 , que ce sont les plantes qui transpirent le moins , qui résistent le mieux au froid des hivers , parce qu'elles n'ont besoin pour se conserver , que d'une très petite quantité de nourriture. Il prouve dans le même endroit que les plantes qui conservent leurs feuilles pendant l'hiver , sont celles qui transpirent le moins ; cependant on fait que l'oranger , le myrte , & encore plus le jasmin d'Arabie , &c , sont très sensibles à la gelée , quoique ces arbres conservent leurs feuilles pendant l'hiver : il faut donc avoir recours à une autre cause pour expliquer pourquoi certains arbres , qui ne se dépouillent pas pendant l'hiver , supportent si bien les plus fortes gelées.

proëminente dont nous avons parlé , un dépôt de sève ou de bois pourri , & elle ne se distingue de ce qu'on appelle dans les forêts *des abreuvoirs* ou *des gouttières* , que parce que ces défauts , qui viennent d'une altération des fibres ligneuses qui s'est produite intérieurement , n'a occasionné aucune cicatrice qui change la forme extérieure des arbres , au lieu que les gelivures , qui viennent d'une gerçure qui s'est étendue à l'extérieur , & qui s'est ensuite recouverte par une cicatrice , forment une arête ou une éminence en forme de corde qui annonce le vice intérieur.

Les grandes gelées d'hiver produisent sans doute bien d'autres dommages aux arbres , & nous avons encore remarqué plusieurs défauts que nous pourrions leur attribuer avec beaucoup de vraisemblance ; mais comme nous n'avons pas pu nous en convaincre pleinement , nous n'ajouterons rien à ce que nous venons de dire , & nous passerons aux observations que nous avons faites sur les effets des gelées du printemps , après avoir dit un mot des avantages & des désavantages des différentes expositions par rapport à la gelée ; car cette question est trop intéressante à l'agriculture pour ne pas essayer de l'éclaircir , d'autant que les auteurs se trouvent dans des oppositions de sentimens plus capables de faire naître des doutes que d'augmenter nos connoissances ; les uns prétendent que la gelée se fait sentir plus vivement à l'exposition du nord , les autres voulant que ce soit à celle du midi ou du

couchant; & tous ces avis ne sont fondés sur aucune observation. Nous sentons cependant bien ce qui a pu partager ainsi les sentimens; & c'est ce qui nous a mis à portée de les concilier. Mais avant que de rapporter les observations & les expériences qui nous y ont conduits, il est bon de donner une idée plus exacte de la question.

Il n'est pas douteux que c'est à l'exposition du nord qu'il fait le plus grand froid: elle est à l'abri du soleil, qui peut seul, dans les grandes gelées, tempérer la rigueur du froid; d'ailleurs elle est exposée au vent de nord, de nord-est & de nord-ouest, qui sont les plus froids de tous, non-seulement à en juger par les effets que ces vents produisent sur nous, mais encore par la liqueur des thermomètres dont la décision est bien plus certaine.

Aussi voyons-nous, le long de nos espaliers, que la terre est souvent gelée & endurcie toute la journée au nord, pendant qu'elle est meuble & qu'on la peut labourer au midi.

Quand, après cela, il succède une forte gelée pendant la nuit, il est clair qu'il doit faire bien plus froid dans l'endroit où il y a déjà de la glace, que dans celui où la terre aura été échauffée par le soleil; c'est aussi pour cela que même dans les pays chauds on trouve encore de la neige à l'exposition du nord, sur les revers des hautes montagnes; d'ailleurs la liqueur du thermomètre se tient toujours plus bas à l'exposition du nord qu'à celle du midi; ainsi, il est incon-

testable qu'il y fait plus froid & qu'il y gèle plus fort.

En faut-il davantage pour faire conclure que la gelée doit faire plus de désordre à cette exposition qu'à celle du midi ? & on se confirmera dans ce sentiment par l'observation que nous avons faite de la gelivure simple, que nous avons trouvée en plus grande quantité à cette exposition qu'à toutes les autres.

Effectivement il est sûr que tous les accidens qui dépendront uniquement de la grande force de la gelée, tels que celui dont nous venons de parler, se trouveront plus fréquemment à l'exposition du nord que partout ailleurs. Mais est-ce toujours la grande force de la gelée qui endommage les arbres, & n'y a-t-il pas des accidens particuliers qui font qu'une gelée médiocre leur cause beaucoup plus de préjudice que ne font les gelées beaucoup plus violentes quand elles arrivent dans des circonstances heureuses ?

Nous en avons déjà donné un exemple en parlant de la gelivure entrelardée, qui est produite par le verglas, & qui se trouve plus fréquemment à l'exposition du midi qu'à toutes les autres ; & l'on se souvient bien encore qu'une partie des désordres qu'a produit l'hiver de 1709, doit être attribuée à un faux dégel, qui fut suivi d'une gelée encore plus forte que celle qui l'avoit précédé ; mais les observations que nous avons faites sur les effets des gelées du printemps, nous fournissent beaucoup d'exemples pa-

reils , qui prouvent incontestablement que ce n'est pas aux expositions où il gèle le plus fort & où il fait le plus grand froid , que la gelée fait le plus de tort aux végétaux ; nous en allons donner le détail , qui va rendre sensible la proposition générale que nous venons d'avancer , & nous commencerons par une expérience que M. de Buffon a fait exécuter en grand dans ses bois , qui sont situés près de Montbard en Bourgogne.

Il a fait couper , dans le courant de l'hiver 1734 , un bois taillis de sept à huit arpens , situé dans un lieu sec , sur un terrain plat , bien découvert & environné de tous côtés de terres labourables. Il a laissé dans ce même bois plusieurs petits bouquets carrés sans les abattre , & qui étoient orientés de façon que chaque face regardoit exactement le midi , le nord , le levant & le couchant. Après avoir bien fait nettoyer la coupe , il a observé avec soin , au printemps , l'accroissement du jeune bourgeon , principalement autour des bouquets réservés : au 20 avril , il avoit poussé sensiblement dans les endroits exposés au midi , & qui par conséquent étoient à l'abri du vent du nord par les bouquets ; c'est donc en cet endroit que les bourgeons poussèrent les premiers , & parurent les plus vigoureux. Ceux qui étoient à l'exposition du levant parurent ensuite , puis ceux de l'exposition du couchant , & enfin ceux de l'exposition du nord.

Le 28 avril , la gelée se fit sentir très vivement le matin , par un vent du nord , le

ciel étant fort serein & l'air fort sec, surtout depuis trois jours.

Il alla voir en quel état étoient les bourgeons autour des bouquets, & il les trouva gâtés & absolument noircis dans tous les endroits qui étoient exposés au midi & à l'abri du vent du nord, au lieu que ceux qui étoient exposés au vent froid du nord qui souffloit encore, n'étoient que légèrement endommagés, & il fit la même observation autour de tous les bouquets qu'il avoit fait réserver. A l'égard des expositions du levant & du couchant, elles étoient ce jour-là à-peu-près également endommagées.

Les 14, 15 & 22 Mai, qu'il gela assez vivement par les vents de nord & de nord-nord-ouest, il observa pareillement que tout ce qui étoit à l'abri du vent par les bouquets, étoit très endommagé, tandis que ce qui avoit été exposé au vent, avoit très peu souffert. Cette expérience nous paroît décisive, & fait voir que, quoiqu'il gèle plus fort aux endroits exposés au vent du nord qu'aux autres, la gelée y fait cependant moins de tort aux végétaux.

Ce fait est assez opposé au préjugé ordinaire; mais il n'en est pas moins certain, & même il est aisé à expliquer; il suffit pour cela de faire attention aux circonstances dans lesquelles la gelée agit, & on reconnoîtra que l'humidité est la principale cause de ses effets, en sorte que tout ce qui peut occasionner cette humidité, rend en même temps la gelée dangereuse pour les végé-

taux ; & tout ce qui dissipe l'humidité , quand même ce seroit en augmentant le froid , tout ce qui dessèche , diminue les désordres de la gelée. Ce fait va être confirmé par quantité d'observations.

Nous avons souvent remarqué que dans les endroits bas , & où il règne des brouillards , la gelée se fait sentir plus vivement & plus souvent qu'ailleurs.

Nous avons , par exemple , vu en automne & au printemps les plantes délicates gelées dans un jardin potager qui est situé sur le bord d'une rivière , tandis que les mêmes plantes se conservoient bien dans un autre potager qui est situé sur la hauteur ; de même dans les vallons & les lieux bas des forêts , le bois n'est jamais d'une belle venue , ni d'une bonne qualité , quoique souvent ces vallons soient sur un meilleur fonds que le reste du terrain. Le taillis n'est jamais beau dans les endroits bas ; & quoiqu'il y pousse plus tard qu'ailleurs , à cause d'une fraîcheur qui y est toujours concentrée , & que M. de Buffon m'a assuré avoir remarqué même l'été en se promenant la nuit dans les bois ; car il y sentoît sur les éminences presque autant de chaleur que dans les campagnes découvertes , & dans les vallons il étoit saisi d'un froid vif & inquiétant ; quoique , dis-je , le bois y pousse plus tard qu'ailleurs , ces pousses sont encore endommagées par la gelée , qui , en gâtant les principaux jets , oblige les arbres à pousser des branches latérales , ce qui rend les taillis rabougris & hors d'état de faire jamais de beaux arbres

de service ; & ce que nous venons de dire ne se doit pas seulement entendre des profondes vallées , qui sont si susceptibles de ces inconvéniens qu'on en remarque d'exposées au nord & fermées du côté du midi en cul-de-sac , dans lesquelles il gèle souvent les douze mois de l'année ; mais on remarquera encore la même chose dans les plus petites vallées , de sorte qu'avec un peu d'habitude on peut reconnoître simplement à la mauvaise figure du taillis la pente du terrain ; c'est aussi ce que j'ai remarqué plusieurs fois , & M. de Buffon l'a particulièrement observé le 28 Avril 1734 ; car ce jour-là les bourgeons de tous les taillis d'un an , jusqu'à six & sept , étoient gelés dans tous les lieux bas , au lieu que , dans les endroits élevés & découverts , il n'y avoit que les rejets près de terre qui fussent gâtés. La terre étoit alors fort sèche , & l'humidité de l'air ne lui parut pas avoir beaucoup contribué à ce dommage ; les vignes non plus que les noyers de la campagne ne gelèrent pas : cela pourroit faire croire qu'ils sont moins délicats que le chêne ; mais nous pensons qu'il faut attribuer cela à l'humidité qui est toujours plus grande dans les bois que dans le reste des campagnes ; car nous avons remarqué que souvent les chênes sont fort endommagés de la gelée dans les forêts , pendant que ceux qui sont dans les haies ne le sont point du tout.

Dans le mois de Mai 1736 , nous avons encore eu occasion de répéter deux fois cette observation , qui a même été accompagnée

de circonstances particulieres , mais dont nous sommes obligés de remettre le détail à un autre endroit de ce Mémoire, pour en faire mieux sentir la singularité.

Les grands bois peuvent rendre les taillis , qui sont dans leur voisinage , dans le même état qu'ils feroient dans le fond d'une vallée ; aussi avons-nous remarqué que le long & près des lisières de grands bois , les taillis sont plus souvent endommagés par la gelée que dans les endroits qui en sont éloignés ; comme dans le milieu des taillis & dans les bois où on laisse un grand nombre de baliveaux , elle se fait sentir avec bien plus de force que dans ceux qui sont plus découverts. Or tous les désordres dont nous venons de parler , soit à l'égard des vallées , soit pour ce qui se trouve le long des grands bois ou à couvert par les baliveaux , ne sont plus considérables dans ces endroits que dans les autres que parce que le vent & le soleil ne pouvant dissiper la transpiration de la terre & des plantes , il y reste une humidité considérable , qui , comme nous l'avons dit , cause un très grand préjudice aux plantes.

Aussi remarque-t-on que la gelée n'est jamais plus à craindre pour la vigne , les fleurs , les bourgeons des arbres , &c. que lorsqu'elle succède à des brouillards , ou même à une pluie , quelque légère qu'elle soit ; toutes ces plantes supportent des froids très considérables sans en être endommagées lorsqu'il y a quelque temps qu'il n'a plu , & que la terre est fort sèche , comme

nous

nous l'avons encore éprouvé ce printemps dernier.

C'est principalement pour cette même raison que la gelée agit plus puissamment dans les endroits qu'on a fraîchement labourés qu'ailleurs, & cela parce que les vapeurs qui s'élèvent continuellement de la terre, transpirent plus librement & plus abondamment des terres nouvellement labourées que des autres ; il faut néanmoins ajouter à cette raison que les plantes fraîchement labourées poussent plus vigoureusement que les autres, ce qui les rend plus sensibles aux effets de la gelée.

De même, nous avons remarqué que dans les terrains légers & sablonneux, la gelée fait plus de dégâts que dans les terres fortes, en les supposant également sèches, sans doute parce qu'ils sont plus hâtifs, & encore plus parce qu'il s'échappe plus d'exhalaisons de ces sortes de terres que des autres, comme nous le prouverons ailleurs ; & si une vigne nouvellement fumée est plus sujette à être endommagée de la gelée qu'une autre, n'est-ce pas à cause de l'humidité qui s'échappe des fumiers ?

Un sillon de vigne qui est le long d'un champ de fainfoin ou de pois, &c. est souvent tout perdu de la gelée lorsque le reste de la vigne est très sain, ce qui doit certainement être attribué à la transpiration du fainfoin ou des autres plantes qui portent une humidité sur les pousses de la vigne.

Aussi, dans la vigne, les verges qui sont

de long farmant, qu'on ménage en taillant, sont-elles toujours moins endommagées que la foughe, surtout quand n'étant pas attachées à l'échalas, elles sont agitées par le vent qui ne tarde pas de les dessécher.

La même chose se remarque dans les bois ; & j'ai souvent vu dans les taillis tous les bourgeons latéraux d'une foughe entièrement gâtés par la gelée, pendant que les rejetons supérieurs n'avoient pas souffert ; mais M. de Buffon a fait cette même observation avec plus d'exactitude ; il lui a toujours paru que la gelée faisoit plus de tort à un pied de terre qu'à deux, à deux qu'à trois, de sorte qu'il faut qu'elle soit bien violente pour gâter les bourgeons au-dessus de quatre pieds.

Toutes ces observations, qu'on peut regarder comme très constantes, s'accordent donc à prouver que le plus souvent ce n'est pas le grand froid qui endommage les plantes chargées d'humidité, ce qui explique à merveille pourquoi elle fait tant de désordres à l'exposition du midi, quoiqu'il y fasse moins froid qu'à celle du nord ; & de même la gelée cause plus de dommage à l'exposition du couchant qu'à toutes les autres, quand, après une pluie du vent d'ouest, le vent tourne au nord vers le soleil couché, comme cela arrive assez fréquemment au printemps, ou quand, par un vent d'est, il s'élève un brouillard froid avant le lever du soleil, ce qui n'est pas si ordinaire.

Il y a aussi des circonstances où la gelée fait plus de tort à l'exposition du levant qu'à

toutes les autres ; mais comme nous avons plusieurs observations sur cela , nous rapporterons auparavant celle que nous avons faite sur la gelée du printemps de 1736 , qui nous a fait tant de tort l'année dernière. Comme il faisoit très sec ce printemps , il a gelé fort long-temps sans que cela ait endommagé les vignes ; mais il n'en étoit pas de même dans les forêts ; apparemment parce qu'il s'y conserve toujours plus d'humidité qu'ailleurs ; en Bourgogne , de même que dans la forêt d'Orléans , les taillis furent endommagés de fort bonne heure. Enfin la gelée augmenta si fort , que toutes les vignes furent perdues malgré la sécheresse qui continuoit toujours ; mais au lieu que c'est ordinairement à l'abri du vent que la gelée fait plus de dommage , au contraire , dans le printemps dernier , les endroits abrités ont été les seuls qui aient été conservés ; de sorte que , dans plusieurs clos de vignes entourés de murailles , on voyoit les fouches le long de l'exposition du midi être assez vertes pendant que toutes les autres étoient sèches comme en hiver ; & nous avons eu deux cantons de vignes d'épargnés , l'un parce qu'il étoit abrité du vent du nord par une pépinière d'ormes , & l'autre parce que la vigne étoit remplie de beaucoup d'arbres fruitiers.

Mais cet effet est très rare , & cela n'est arrivé que parce qu'il faisoit fort sec , & que les vignes ont résisté jusqu'à ce que la gelée soit devenue si forte pour la saison , qu'elle pouvoit endommager les plantes in-

dépendamment de l'humidité extérieure ; & comme nous l'avons dit , quand la gelée endommage les plantes indépendamment de cette humidité & d'autres circonstances particulieres , c'est à l'exposition du nord qu'elle fait le plus de dommage , parce que c'est à cette exposition qu'il fait plus de froid.

Mais il nous semble encore appercevoir une autre cause des désordres que la gelée produit plus fréquemment à des expositions qu'à d'autres , au levant , par exemple , plus qu'au couchant ; elle est fondée sur l'observation suivante , qui est aussi constante que les précédentes.

Une gelée assez vive ne cause aucun préjudice aux plantes quand elle fond avant que le soleil les ait frappées ; qu'il gèle la nuit , si le matin le temps est couvert , s'il tombe une petite pluie , en un mot , si , par quelque cause que ce puisse être , la glace fond doucement & indépendamment de l'action du soleil , ordinairement elle ne les endommage pas ; & nous avons souvent sauvé des plantes assez délicates qui étoient par hasard restées à la gelée , en les rentrant dans la serre avant le lever du soleil , ou simplement en les couvrant , avant que le soleil eût donné dessus.

Une fois entr'autres , il étoit survenu en automne une gelée très forte pendant que nos orangers étoient dehors ; & comme il étoit tombé de la pluie la veille , ils étoient tous couverts de verglas ; on leur sauva cet accident en les couvrant avec des draps

avant le soleil levé, de sorte qu'il n'y eut que les jeunes fruits & les pousses les plus tendres qui en furent endommagés; encore sommes-nous persuadés qu'ils ne l'auroient pas été, si la couverture avoit été plus épaisse.

De même une autre année nos *geranium*, & plusieurs autres plantes qui craignent le verglas, étoient dehors lorsque tout-à-coup le vent qui étoit sud-ouest se mit au nord, & fut si froid, que toute l'eau d'une pluie abondante qui tomboit se geloit, & dans un instant tout ce qui étoit exposé fut couvert de glace; nous crûmes toutes nos plantes perdues, cependant nous les fîmes porter dans le fond de la serre, & nous fîmes fermer les croisées, par ce moyen nous en eûmes peu d'endommagées.

Cette précaution revient assez à ce qu'on pratique pour les animaux; qu'ils soient transis de froid, qu'ils aient un membre gelé, on se donne bien de garde de les exposer à une chaleur trop vive, on les frotte avec de la neige, ou bien on les trempe dans de l'eau, on les enterre dans du fumier, en un mot, on les réchauffe par degrés & avec ménagement.

De même si l'on fait dégeler trop précipitamment des fruits, ils se pourrissent à l'instant, au lieu qu'ils souffrent beaucoup moins de dommage si on les fait dégeler peu-à-peu.

Pour expliquer comment le soleil produit tant de désordres sur les plantes gelées, quelques-uns avoient pensé que la glace, en

se fondant, se réduisoit en petites gouttes d'eau sphériques, qui faisoient autant de petits miroirs ardents quand le soleil donnoit dessus ; mais quelque court que soit le foyer d'une loupe, elle ne peut produire de chaleur qu'à une distance, quelque petite qu'elle soit, & elle ne pourra pas produire un grand effet sur un corps qu'elle touchera ; d'ailleurs la goutte d'eau qui est sur la feuille d'une plante, est aplatie du côté qu'elle touche à la plante, ce qui éloigne son foyer. Enfin si ces gouttes d'eau pouvoient produire cet effet, pourquoi les gouttes de rosée, qui sont pareillement sphériques, ne le produiroient-elles pas aussi ? Peut-être pourroit-on penser que les parties les plus spiritueuses & les plus volatiles de la sève fondant les premières, elles seroient évaporées avant que les autres fussent en état de se mouvoir dans les vaisseaux de la plante, ce qui décomposeroit la sève.

Mais on peut dire en général que la gelée augmentant le volume des liqueurs, tend les vaisseaux des plantes, & que le dégel ne se pouvant faire sans que les parties qui composent le fluide gelé entrent en mouvement, ce changement se peut faire avec assez de douceur pour ne pas rompre les vaisseaux les plus délicats des plantes, qui rentreront peu-à-peu dans leur ton naturel, & alors les plantes n'en souffriront aucun dommage ; mais s'il se fait avec trop de précipitation, ces vaisseaux ne pourront pas reprendre si-tôt le ton qui leur est naturel ; après avoir souffert une extension violente, les liqueurs

s'évaporeront, & la plante restera desséchée.

Quoi qu'on puisse conclure de ces conjectures, dont je ne suis pas à beaucoup près satisfait, il reste toujours pour constant :

1°. Qu'il arrive, à la vérité rarement, qu'en hiver ou au printemps les plantes soient endommagées simplement par la grande force de la gelée, & indépendamment d'aucunes circonstances particulières; & dans ce cas c'est à l'exposition du nord que les plantes souffrent le plus :

2°. Dans le temps d'une gelée qui dure plusieurs jours, l'ardeur du soleil fait fondre la glace en quelques endroits, & seulement pour quelques heures; car souvent il regèle avant le coucher du soleil, ce qui forme un verglas très préjudiciable aux plantes; & on sent que l'exposition du midi est plus sujette à cet inconvénient que toutes les autres :

3°. On a vu que les gelées du printemps font principalement du désordre dans les endroits où il y a de l'humidité; les terroirs qui transpirent beaucoup, les fonds des vallées, & généralement tous les endroits qui ne pourront être desséchés par le vent & le soleil, seront donc plus endommagés que les autres.

Enfin si au printemps le soleil qui donne sur les plantes gelées, leur occasionne un dommage plus considérable, il est clair que ce sera l'exposition du levant, & ensuite

du midi qui souffriront le plus de cet accident.

Mais, dira-t-on, si cela est, il ne faut donc plus planter à l'exposition du midi en *à-dos*, (qui sont des talus de terre qu'on ménage dans les potagers ou le long des espaliers) les giroflées, les choux des avents, les laitues d'hiver, les pois verts & les autres plantes délicates auxquelles on veut faire passer l'hiver, & que l'on souhaite avancer pour le printemps, ce sera à l'exposition du nord qu'il faudra dorénavant planter les pêchers & les autres arbres délicats. Il est à propos de détruire ces deux objections, & de faire voir qu'elles sont de fausses conséquences de ce que nous avons avancé.

On se propose différens objets quand on met des plantes passer l'hiver à des abris exposés au midi : quelquefois c'est pour hâter leur végétation ; c'est, par exemple, dans cette intention qu'on plante le long des espaliers quelques rangées de laitues, qu'on appelle, à cause de cela, *des laitues d'hiver*, qui résistent assez bien à la gelée quelque part qu'on les mette, mais qui avancent davantage à cette exposition ; d'autres fois c'est pour les préserver de la rigueur de cette saison, dans l'intention de les replanter de bonne heure au printemps ; on suit, par exemple, cette pratique pour les choux qu'on appelle *des avents*, qu'on sème en cette saison le long d'un espalier. Cette espèce de choux, de même que les brocco-

lis , sont assez tendres à la gelée , & périroient souvent à ces abris si on n'avoit pas soin de les couvrir pendant les grandes gelées avec des paillassons ou du fumier soutenu sur des perches.

Enfin on veut quelquefois avancer la végétation de quelques plantes qui craignent la gelée , comme feroient les giroflées , les pois verts , & pour cela on les plante sur des à-dos bien exposés au midi ; mais de plus on les défend des grandes gelées en les couvrant lorsque le temps l'exige.

On sent bien , sans que nous soyons obligés de nous étendre davantage sur cela , que l'exposition du midi est plus propre que toutes les autres à accélérer la végétation , & on vient de voir que c'est aussi ce qu'on se propose principalement quand on met quelques plantes passer l'hiver à cette exposition , puisqu'on est obligé , comme nous venons de le dire , d'employer , outre cela , des couvertures pour garantir de la gelée les plantes qui sont un peu délicates ; mais il faut ajouter que , s'il y a quelques circonstances où la gelée fasse plus de désordre au midi qu'aux autres expositions , il y a aussi bien des cas qui sont favorables à cette exposition , surtout quand il s'agit d'espalier. Si , par exemple , pendant l'hiver , il y a quelque chose à craindre des verglas , combien de fois arrive-t-il que la chaleur du soleil , qui est augmentée par la réflexion de la muraille , a assez de force pour dissiper toute l'humidité , & alors les plantes sont presque en sûreté contre le froid ? De plus ,

combien arrive-t-il de gelées sèches qui agissent au nord sans relâche, & qui ne sont presque pas sensibles au midi ? De même au printemps on sent bien que si après une pluie qui vient de sud-ouest ou de sud-est, le vent se met au nord, l'espalier du midi étant à l'abri du vent, souffrira plus que les autres ; mais ces cas sont rares, & le plus souvent c'est après des pluies de nord-ouest ou de nord-est que le vent se met au nord ; & alors l'espalier du midi ayant été à l'abri de la pluie par le mur, les plantes qui y seront auront moins à souffrir que les autres, non-seulement parce qu'elles auront moins reçu de pluie, mais encore parce qu'il y fait toujours moins froid qu'aux autres expositions, comme nous l'avons fait remarquer au commencement de ce Mémoire.

De plus, comme le soleil dessèche beaucoup la terre le long des espaliers qui sont au midi, la terre y transpire moins qu'ailleurs.

On sent bien que ce que nous venons de dire doit avoir son application à l'égard des pêchers & des abricotiers, qu'on a coutume de mettre à cette exposition & à celle du levant ; nous ajouterons seulement qu'il n'est pas rare de voir les pêchers geler au levant & au midi, & ne le pas être au couchant ou même au nord ; mais, indépendamment de cela, on ne peut jamais compter avoir beaucoup de pêches & de bonne qualité à cette dernière exposition, quantité de fleurs tombent toutes entières & sans nouer, d'autres après être nouées se détachent de l'arbre, &

& celles qui restent ont peine à parvenir à une maturité. J'ai même un espalier de pêchers à l'exposition du couchant, un peu déclinante au nord, qui ne donne presque pas de fruit, quoique les arbres y soient plus beaux qu'aux expositions du midi & du nord.

Ainsi, on ne pourroit éviter les inconvéniens qu'on peut reprocher à l'exposition du midi à l'égard de la gelée sans tomber dans d'autres plus fâcheux.

Mais tous les arbres délicats, comme les figuiers, les lauriers, &c. doivent être mis au midi, ayant soin, comme l'on fait ordinairement, de les couvrir; nous remarquerons seulement que le fumier sec est préférable pour cela à la paille, qui ne couvre jamais si exactement, & dans laquelle il reste toujours un peu de grain qui attire les mulots & les rats, qui mangent quelquefois l'écorce des arbres pour se désaltérer dans le temps de la gelée où ils ne trouvent point d'eau à boire, ni d'herbe à paître, c'est ce qui nous est arrivé deux à trois fois; mais, quand on se sert de fumier, il faut qu'il soit sec, sans quoi il s'échaufferoit & feroit moisir les jeunes branches.

Toutes ces précautions sont cependant bien inférieures à ces espaliers en niche ou en renfoncement, tels qu'on en voit aujourd'hui au Jardin du Roi: les plantes sont de cette manière à l'abri de tous les vents, excepté celui du midi qui ne leur peut nuire; le soleil, qui chauffe ces endroits pendant le jour, empêche que le froid n'y soit si violent pen-

dant la nuit , & on peut avec grande facilité mettre sur ces renfoncemens une légère couverture, qui tiendra les plantes qui y seront dans un état de sécheresse , infiniment propre à prévenir tous les accidens que le verglas & les gelées du printemps auroient pu produire , & la plupart des plantes ne souffriront pas d'être ainsi privées de l'humidité extérieure , parce qu'elles ne transpirent presque pas dans l'hiver, non plus qu'au commencement du printemps , de sorte que l'humidité de l'air suffit à leur besoin.

Mais puisque les rosées rendent les plantes si susceptibles de la gelée du printemps , ne pourroit-on pas espérer que les recherches que MM. Musschenbroeck & du Fay ont fait sur cette matiere , pourroient tourner au profit de l'Agriculture ? car enfin puisqu'il y a des corps qui semblent attirer la rosée , pendant qu'il y en a d'autres qui la repoussent ; si on pouvoit peindre , enduire ou crépir les murailles avec quelque matiere qui repousseroit la rosée , il est sûr qu'on auroit lieu d'en espérer un succès plus heureux , que de la précaution que l'on prend de mettre une planche en maniere de toit au-dessus des espaliers , ce qui ne doit guere diminuer l'abondance de la rosée sur les arbres , puisque M. du Fay a prouvé que souvent elle ne tombe pas perpendiculairement comme une pluie , mais qu'elle nage dans l'air , & qu'elle s'attache aux corps qu'elle rencontre ; de sorte qu'il a souvent autant amassé de rosée sous un toit que dans les endroits entièrement découverts. Il nous seroit aisé de

reprendre toutes nos observations , & de continuer à en tirer des conséquences utiles à la pratique de l'Agriculture ; ce que nous avons dit , par exemple , au sujet de la vigne , doit déterminer à arracher tous les arbres qui empêchent le vent de dissiper les brouillards.

Puisqu'en labourant la terre , on en fait sortir plus d'exhalaisons , il faut prêter plus d'attention à ne la pas faire labourer dans les temps critiques.

On doit défendre expressément qu'on ne sème sur les sillons de vigne des plantes potagères qui , par leurs transpirations , nuiroient à la vigne.

On ne mettra des échelas aux vignes que le plus tôt qu'on pourra.

On tiendra les haies , qui bordent les vignes du côté du nord , plus basses que de tout autre côté.

On préférera à amender les vignes avec les terreaux plutôt que de les fumer.

Enfin si on est à portée de choisir un terrain , on évitera ceux qui sont dans des fonds , ou dans les terroirs qui transpirent beaucoup.

Une partie de ces précautions peut aussi être employée très utilement pour les arbres fruitiers , à l'égard , par exemple , des plantes potagères , que les Jardiniers sont toujours empressés de mettre aux pieds de leurs buissons , & encore plus le long de leurs espaliers.

S'il y a des parties hautes & d'autres basses dans les jardins , on pourra avoir l'at-

tention de semer les plantes printanieres & délicates sur le haut , préférablement au bas , à moins qu'on n'ait dessein de les couvrir avec des cloches , des chassis , &c. car , dans le cas où l'humidité ne peut nuire , il seroit souvent avantageux de choisir les lieux bas pour être à l'abri du vent du nord & de nord-ouest.

On peut aussi profiter de ce que nous avons dit à l'avantage des forêts ; car si on a des réserves à faire , ce ne fera jamais dans les endroits où la gelée cause tant de dommage.

Si on sème un bois , on aura attention de mettre dans les vallons des arbres qui soient plus durs à la gelée que le chêne.

Quand on fera des coupes considérables , on mettra dans les clauses du marché , qu'on les commencera toujours du côté du nord , afin que ce vent qui règne ordinairement dans les temps des gelées , dissipe cette humidité qui est préjudiciable aux taillis.

Enfin si , sans contrevenir aux Ordonnances , on peut faire des réserves en lisières , au lieu de laisser des baliveaux qui , sans pouvoir jamais faire de beaux arbres , sont , à tous égards , la perte des taillis , & particulièrement dans l'occasion présente , en retenant sur les taillis cette humidité que est si fâcheuse dans les temps de gelée ; on aura en même temps attention que la lisière de réserve ne couvre pas le taillis du côté du nord.

Il y auroit encore bien d'autres conséquences utiles qu'on pourroit tirer de nos observations , nous nous contenterons ce-

pendant d'en avoir rapporté quelques-unes , parce qu'on pourra suppléer à ce que nous avons omis , en prêtant un peu d'attention aux observations que nous avons rapportées. Nous sentons bien qu'il y auroit encore sur cette matiere nombre d'expériences à faire ; mais nous avons cru qu'il n'y avoit aucun inconvénient à rapporter celles que nous avons faites : peut-être même engageront-elles quelqu'autre personne à travailler sur la même matiere ; & si elles ne produisent pas cet effet , elles ne nous empêcheront pas de suivre les vues que nous avons encore sur cela.





SUPPLÉMENT

A LA

THEORIE DE LA TERRE.



PARTIE HYPOTHÉTIQUE.

PREMIER MÉMOIRE.

*RECHERCHES sur le refroidissement de la Terre
& des Planètes.*

EN supposant, comme tous les phénomènes paroissent l'indiquer, que la Terre ait autrefois été dans un état de liquéfaction causée par le feu, il est démontré, par nos expériences, que si le globe étoit entièrement composé de fer ou de matière ferrugineuse (a), il ne se feroit consolidé jusqu'au centre qu'en 4026 ans, refroidi au point de pouvoir le toucher sans se brûler en 46991 ans; & qu'il ne se feroit refroidi au point de la température actuelle qu'en 100696

[a] Premier & huitième mémoire.

ans ; mais comme la Terre , dans tout ce qui nous est connu , nous paroît être composée de matieres vitrescibles & calcaires qui se refroidissent en moins de temps que les matieres ferrugineuses ; il faut , pour approcher de la vérité , autant qu'il est possible , prendre les temps respectifs du refroidissement de ces différentes matieres , tels que nous les avons trouvés par les expériences du second Mémoire , & en établir le rapport avec celui du refroidissement du fer. En n'employant dans cette somme que le verre , le grès , la pierre calcaire dure , les marbres & les matieres ferrugineuses , on trouvera que le globe terrestre s'est consolidé jusqu'au centre en 2905 ans environ , qu'il s'est refroidi au point de pouvoir le toucher en 33911 ans environ , & à la température actuelle en 74047 ans environ.

J'ai cru ne devoir pas faire entrer dans cette somme des rapports du refroidissement des matieres qui composent le globe , ceux de l'or , de l'argent , du plomb , de l'étain , du zinc , de l'antimoine & du bismuth , parce que ces matieres ne font , pour ainsi dire , qu'une partie infiniment petite du globe.

De même je n'ai point fait entrer les rapports du refroidissement des glaises , des ocres , des craies & des gyps , parce que ces matieres n'ayant que peu ou point de dureté , & n'étant que des détrimens des premières , ne doivent pas être mises au rang de celles dont le globe est principalement composé ; qui , prises généralement , sont concrètes ,

dures & très solides , & que j'ai cru devoir réduire aux matieres vitrescibles , calcaires & ferrugineuses , dont le refroidissement mis en somme d'après la Table que j'en ai donnée (*h*), est à celui du fer : : 50516 : 70000 pour pouvoir les toucher , & : : 51475 : 70000 pour le point de la température actuelle. Ainsi , en partant de l'état de la liquéfaction , il a dû s'écouler 2905 ans avant que le globe de la Terre fût consolidé jusqu'au centre ; de même il s'est écoulé 33911 ans avant que sa surface fût assez refroidie pour pouvoir la toucher , & 74047 ans avant que sa chaleur propre ait diminué au point de la température actuelle ; & comme la diminution du feu ou de la très grande chaleur se fait toujours à très peu près en raison de l'épaisseur des corps , ou du diamètre des globes de même densité , il s'ensuit que la Lune , dont le diamètre n'est que de $\frac{3}{11}$ de celui de la Terre , auroit dû se consolider jusqu'au centre en 792 ans $\frac{3}{11}$ environ , se refroidir au point de pouvoir la toucher en 9248 ans $\frac{5}{11}$ environ , & perdre assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle en 20194 ans environ , en supposant que la Lune est composée des mêmes matieres que le globe terrestre ; néanmoins comme la densité de la Terre est à celle de la Lune : : 1000 : 702 , & qu'à l'exception des métaux , toutes les autres matieres vitrescibles ou calcaires sui-

(b) Second mémoire , Tome VI , page 190.

vent dans leur refroidissement le rapport de la densité assez exactement , nous diminuerons les temps du refroidissement de la Lune dans ce même rapport de 1000 à 702 , en sorte qu'au lieu de s'être consolidée jusqu'au centre en 792 ans , on doit dire 556 ans environ , pour le temps réel de sa consolidation jusqu'au centre , & 6492 ans pour son refroidissement au point de pouvoir la toucher , & enfin 14176 ans pour son refroidissement à la température actuelle de la Terre ; en sorte qu'il y a 59871 ans entre le temps de son refroidissement & celui du refroidissement de la Terre , abstraction faite de la compensation qu'a dû produire sur l'une & sur l'autre la chaleur du Soleil , & la chaleur réciproque qu'elles se sont envoyée.

De même le globe de Mercure , dont le diamètre n'est que $\frac{1}{3}$ de celui de notre globe , auroit dû se consolider jusqu'au centre en 968 ans $\frac{1}{3}$; se refroidir au point de pouvoir le toucher en 11301 ans environ , & arriver à celui de la température actuelle de la Terre en 24682 ans environ , s'il étoit composé d'une matière semblable à celle de la Terre ; mais sa densité étant à celle de la Terre : : 2040 : 1000 , il faut prolonger dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi , Mercure s'est consolidé jusqu'au centre en 1976 ans $\frac{3}{10}$ refroidi au point de pouvoir le toucher en 23054 ans , & enfin à la température actuelle de la Terre en 50351 ans ; en sorte qu'il y a 23696 ans entre le temps de son refroidissement & celui du refroidissement de la Terre , abstraction faite de

même de la compensation qu'a dû faire à la perte de sa chaleur propre, la chaleur du Soleil duquel il est plus voisin qu'aucune autre planète.

De même le diamètre du globe de Mars n'étant que $\frac{13}{25}$ de celui de la Terre, il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 1510 ans $\frac{3}{5}$ environ, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 17634 ans environ, & arriver à celui de la température actuelle de la Terre en 38504 ans environ, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle de la Terre; mais sa densité étant à celle du globe terrestre :: 730 : 1000, il faut diminuer dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi, Mars se fera consolidé jusqu'au centre en 1102 ans $\frac{18}{25}$ environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 12873 ans, & enfin à la température actuelle de la Terre en 28108 ans; en sorte qu'il y a 45839 ans entre les temps de son refroidissement & celui de la Terre, abstraction faite de la différence qu'a dû produire la chaleur du Soleil sur ces deux planètes.

De même le diamètre du globe de Vénus étant $\frac{17}{8}$ du diamètre de notre globe, il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 2744 ans environ, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 32027 ans environ, & arriver à celui de la température actuelle de la Terre en 69933 ans, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle de la Terre, mais sa densité étant à celle du globe terrestre :: 1270 : 1000, il faut augmenter dans la même raison les temps de son refroidisse-

ment. Ainsi Vénus ne se fera consolidée jusqu'au centre qu'en 3484 ans $\frac{2}{3}$ environ ; refroidie au point de pouvoir la toucher en 40674 ans, & enfin à la température actuelle de la Terre en 88815 ans environ ; en sorte que ce ne sera que dans 14768 ans que Vénus sera au même point de température qu'est actuellement la Terre, toujours abstraction faite de la différente compensation qu'a dû faire la chaleur du Soleil sur l'une & sur l'autre.

Le diamètre du globe de Saturne étant à celui de la Terre :: 9 $\frac{1}{2}$: 1, il s'ensuit que, malgré son grand éloignement du Soleil, il est encore bien plus chaud que la Terre ; car, abstraction faite de cette légère différence, causée par la moindre chaleur qu'il reçoit du Soleil, il se trouve qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 27597 ans $\frac{1}{2}$, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 322154 ans $\frac{1}{2}$, & arriver à celui de la température actuelle en 703446 $\frac{1}{2}$, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle du globe terrestre, mais sa densité n'étant à celle de la Terre que :: 184 : 1000, il faut diminuer dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi, Saturne se fera consolidé jusqu'au centre en 5078 ans environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 59276 ans environ, & enfin à la température actuelle en 129434 ans ; en sorte que ce ne sera que dans 55387 ans que Saturne sera refroidi au même point de température qu'est actuellement la Terre ; abstraction faite non-seulement de la chaleur du Soleil, mais

encore de celle qu'il a dû recevoir de ses satellites & de son anneau.

De même le diamètre de Jupiter étant onze fois plus grand que celui de la Terre, il s'ensuit qu'il est encore bien plus chaud que Saturne, parce que, d'une part, il est plus gros, & que d'autre part, il est moins éloigné du Soleil; mais en ne considérant que sa chaleur propre, on voit qu'il n'auroit dû se consolider jusqu'au centre qu'en 31955 ans, ne se refroidir au point de pouvoir le toucher qu'en 373021 ans, & n'arriver à celui de la température de la Terre qu'en 814514 ans, s'il étoit composé d'une matière semblable à celle du globe terrestre; mais sa densité n'étant à celle de la Terre que :: 292 : 1000, il faut diminuer dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi, Jupiter se fera consolidé jusqu'au centre en 9331 ans $\frac{1}{2}$ environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 108922 ans, & enfin à la température actuelle en 237838 ans; en sorte que ce ne sera que dans 163791 ans que Jupiter sera refroidi au même point de température qu'est actuellement la Terre, abstraction faite de la compensation, tant par la chaleur du Soleil que par la chaleur de ses satellites.

Ces deux planètes, Jupiter & Saturne, quoique les plus éloignées du Soleil, doivent donc être beaucoup plus chaudes que la Terre, qui néanmoins, à l'exception de Vénus, est de toutes les autres planètes celle qui est actuellement la moins froide. Mais les satellites de ces deux grosses planètes auront, comme la

Lune, perdu leur chaleur propre en beaucoup moins de temps, & dans la proportion de leur diamètre & de leur densité; il y a seulement une double compensation à faire sur cette perte de la chaleur intérieure des satellites, d'abord par celle du Soleil & ensuite par la chaleur de la planète principale qui a dû, surtout dans le commencement & encore aujourd'hui, se porter sur ces satellites, & les réchauffer à l'extérieur beaucoup plus que celle du Soleil.

Dans la supposition que toutes les planètes aient été formées de la matière du Soleil, & projetées hors de cet astre dans le même temps, on peut prononcer sur l'époque de leur formation, par le temps qui s'est écoulé pour leur refroidissement. Ainsi, la Terre existe comme les autres planètes sous une forme solide & consistante à la surface, au moins depuis 74047 ans, puisque nous avons démontré qu'il faut ce même temps pour refroidir au point de la température actuelle un globe en incandescence, qui seroit de la même grosseur que le globe terrestre (c), & composé de mêmes matières. Et comme la déperdition de la chaleur, de quelque degré qu'elle soit, se fait en même raison que l'écoulement du temps, on ne peut guère douter que cette chaleur de la Terre ne fût double il y a 37023 ans & demi, de ce qu'elle est aujourd'hui, & qu'elle

(c) Voyez le huitième mémoire de la Partie expérimentale, tome VIII, page 5.

n'ait été triple , quadruple , centuple , &c. dans des temps plus reculés à mesure qu'on se rapproche de la date de l'état primitif de l'incandescence générale. Sur les 74047 ans , il s'est , comme nous l'avons dit , écoulé 2905 ans , avant que la masse entière de notre globe fût consolidée jusqu'au centre ; l'état d'incandescence, d'abord avec flamme , & ensuite avec lumière rouge à la surface , a duré tout ce temps , après lequel la chaleur , quoiqu'obscure , ne laissoit pas d'être assez forte pour enflammer les matieres combustibles , pour rejeter l'eau & la dissiper en vapeurs , pour sublimer les substances volatiles , &c. Cet état de grande chaleur sans incandescence a duré 33911 ans ; car nous avons démontré , par les expériences du premier Mémoire (d) , qu'il faudroit 42964 ans à un globe de fer gros comme la Terre , & chauffé jusqu'au rouge , pour se refroidir au point de pouvoir le toucher sans se brûler ; & , par les expériences du second Mémoire (e) , on peut conclure que le rapport du refroidissement à ce point des principales matieres qui composent le globe terrestre , est à celui du refroidissement du fer :: 50516 : 70000 ; or 70000 : 50516 :: 42964 : 33911 à très peu près. Ainsi le globe terrestre , très opaque aujourd'hui , a d'abord été brillant de sa propre lumière pendant 2903 ans , & ensuite sa surface n'a cessé d'être assez chaude

(d) Tome VI , page 159.

(e) Idem page 150 & suiv.

pour brûler qu'au bout de 33911 autres années. Déduisant donc ce temps sur 74047 ans qu'a duré le refroidissement de la Terre au point de la température actuelle, il reste 40136 ans ; c'est de quelques siècles après cette époque que l'on peut, dans cette hypothèse, dater la naissance de la Nature organisée sur le globe de la terre ; car il est évident qu'aucun être vivant ou organisé n'a pu exister, & encore moins subsister dans un monde où la chaleur étoit encore si grande qu'on ne pouvoit sans se brûler en toucher la surface, & que par conséquent ce n'a été qu'après la dissipation de cette chaleur trop forte que la terre a pu nourrir des animaux & des plantes.

La Lune qui n'a que $\frac{1}{3}$ du diamètre de notre globe, & que nous supposons composée d'une matière dont la densité n'est à celle de la Terre que :: 702 : 1000 , a dû parvenir à ce premier moment de chaleur bénigne & productive bien plutôt que la Terre, c'est-à-dire, quelque temps après les 6492 ans qui se sont écoulés avant son refroidissement, au point de pouvoir, sans se brûler, en toucher la surface.

Le globe terrestre se feroit donc refroidi du point d'incandescence au point de la température actuelle en 74047 ans, supposé que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre ; mais, d'une part, le Soleil envoyant constamment à la Terre une certaine quantité de chaleur, l'accession ou le gain de cette chaleur extérieure, a dû compenser en partie la perte de sa chaleur intérieure, & d'autre part la Lune

dont la surface, à cause de sa proximité, nous paroît aussi grande que celle du Soleil, étant aussi chaude que cet astre dans le temps de l'incandescence générale, envoyoit en ce moment à la Terre autant de chaleur que le Soleil même, ce qui fait une seconde compensation qu'on doit ajouter à la première, sans compter la chaleur envoyée dans le même temps par les cinq autres planètes, qui semble devoir ajouter encore quelque chose à cette quantité de chaleur extérieure que reçoit & qu'a reçue la Terre dans les temps précédens : abstraction faite de toute compensation par la chaleur extérieure à la perte de la chaleur propre de chaque planète, elles se feroient donc refroidies dans l'ordre suivant :

A pouvoir en toucher la surface sans se brûler.	A la température actuelle de la Terre.
Le Globe Terrestre en 33911 ans.	En 74047 ans.
LA LUNE - - - - - en 6492 ans.	En 14176 ans.
MERCURE - - - - - en 23054 ans.	En 50351 ans.
VÉNUS - - - - - en 40674 ans.	En 88815 ans.
MARS - - - - - en 12873 ans.	En 28108 ans.
JUPITER - - - - - en 108922 ans.	En 237838 ans.
SATURNE - - - - - en 59276 ans.	En 129434 ans.

Mais on verra que ces rapports varieront par la compensation que la chaleur du Soleil a faite à la perte de la chaleur propre de toutes les planètes.

Pour estimer la compensation que fait l'ac-

cession de cette chaleur extérieure envoyée par le Soleil & les planètes , à la perte de la chaleur intérieure de chaque planète en particulier , il faut commencer par évaluer la compensation que la chaleur du Soleil seul a faite à la perte de la chaleur propre du globe terrestre. On a fait une estimation assez précise de la chaleur qui émane actuellement de la terre & de celle qui lui vient du soleil ; on a trouvé , par des observations très exactes & suivies pendant plusieurs années , que cette chaleur qui émane du globe terrestre , est en tout temps & en toutes saisons bien plus grande que celle qu'il reçoit du Soleil. Dans nos climats , & particulièrement sous le parallèle de Paris , elle paroît être en été vingt-neuf fois , & en hiver quatre-cent quatre-vingt-onze fois plus grande que la chaleur qui nous vient du soleil (f). Mais on tomberoit dans l'erreur si l'on vouloit tirer de l'un ou de l'autre de ces rapports ou même les deux pris ensemble , le rapport réel de la chaleur propre du globe terrestre à celle qui lui vient du soleil , parce que ces rapports ne donnent que les points de la plus grande chaleur de l'été & de la plus petite chaleur , ou ce qui est la même chose , du plus grand froid en hiver , & qu'on ignore tous les rapports intermédiaires des autres saisons de l'année. Néanmoins ce ne seroit que de la somme de tous ces rapports soi-

(f) Voyez la Table dressée par M. de Mairan , *Mémoires de l'Académie des Sciences* , année 1765 , p. 148

gneusement observés chaque jour & ensuite réunis , qu'on pourroit tirer la proportion réelle de la chaleur du globe terrestre à celle qui lui vient du soleil. Mais nous pouvons arriver plus aisément à ce même but en prenant le climat de l'équateur qui n'est pas sujet aux mêmes inconvéniens ; parce que les étés , les hivers & toutes les saisons y étant à-peu-près égales , le rapport de la chaleur solaire à la chaleur terrestre y est constant & toujours de $\frac{1}{50}$, non-seulement sous la ligne équatoriale , mais à cinq degrés des deux côtés de cette ligne (g). On peut donc croire d'après ces observations , qu'en général la chaleur de la terre est encore aujourd'hui cinquante fois plus grande que la chaleur qui lui vient du Soleil. Cette addition ou compensation de $\frac{1}{50}$ à la perte de la chaleur propre du globe , n'est pas si considérable qu'on auroit été porté à l'imaginer. Mais à mesure que le globe se refroidira davantage , cette même chaleur du Soleil fera une plus forte compensation , & deviendra de plus en plus nécessaire au maintien de la nature vivante , comme elle a été de moins en moins utile à mesure qu'on remonte vers les premiers temps ; car en prenant 74047 ans pour date de la formation de la Terre & des planètes , il s'est écoulé peut-être plus de 35000 ans où la chaleur du Soleil étoit de trop pour nous , puisque la surface de

[g] Voyez la Table citée ci-contre.

notre globe étoit encore si chaude au bout de 33911 ans, qu'on n'auroit pu la toucher.

Pour évaluer l'effet total de cette compensation qui est $\frac{1}{30}$ aujourd'hui, il faut chercher ce qu'elle a été précédemment, à commencer du premier moment lorsque la Terre étoit en incandescence; ce que nous trouverons en comparant la chaleur actuelle du globe terrestre avec celle qu'il avoit dans ce temps. Or nous savons par les expériences de Newton, corrigées dans notre premier mémoire (h), que la chaleur du fer rouge, qui est à très peu près égale à celle du verre en incandescence, est huit fois plus grande que la chaleur de l'eau bouillante, & vingt-quatre fois plus grande que celle du Soleil en été. Or cette chaleur du Soleil en été, à laquelle Newton a comparé les autres chaleurs, est composée de la chaleur propre de la Terre & de celle qui lui vient du Soleil en été dans nos climats; & comme cette dernière chaleur n'est que $\frac{1}{29}$ de la première, il s'ensuit que de $\frac{3}{30}$ ou 1 qui représentent ici l'unité de la chaleur en été, il n'en appartient au Soleil que $\frac{1}{30}$, & qu'il en appartient $\frac{2}{30}$ à la Terre. Ainsi la chaleur du fer rouge, qui a été trouvée vingt-quatre fois plus grande que ces deux chaleurs prises ensemble, doit être augmentée de $\frac{1}{30}$ dans la même raison qu'elle est aussi diminuée, & cette augmentation est par consé-

(h) Premier mémoire sur les progrès de la chaleur
Partie expérimentale, tome VI, page 111.

quent de $\frac{2}{3}$ ou de $\frac{4}{5}$. Nous devons donc estimer à très peu près 25 la chaleur du fer rouge, relativement à la chaleur propre & actuelle du globe terrestre qui nous sert d'unité. On peut donc dire que dans le temps de l'incandescence il étoit vingt-cinq fois plus chaud qu'il ne l'est aujourd'hui ; car nous devons regarder la chaleur du Soleil comme une quantité constante ou qui n'a que très peu varié depuis la formation des planètes. Ainsi la chaleur actuelle du globe étant à celle de son état d'incandescence : : 1 : 25 , & la diminution de cette chaleur s'étant faite en même raison que la succession du temps, dont l'écoulement total depuis l'incandescence, est de 74047 ans ; nous trouverons en divisant 74047 par 25 , que tous les 2962 ans environ , cette première chaleur du globe a diminué de $\frac{1}{25}$, & qu'elle continuera de diminuer de même jusqu'à ce qu'elle soit entièrement dissipée ; en sorte qu'ayant été 25 il y a 74047 ans , & se trouvant aujourd'hui $\frac{2}{5}$ ou 1 , elle fera dans 74047 autres années $\frac{1}{25}$ de ce qu'elle est actuellement.

Mais cette compensation par la chaleur du soleil étant $\frac{1}{50}$ aujourd'hui , étoit vingt-cinq fois plus petite dans le temps que la chaleur du globe étoit vingt-cinq fois plus grande ; multipliant donc $\frac{1}{50}$ par $\frac{1}{25}$, la compensation dans l'état d'incandescence n'étoit que de $\frac{1}{1250}$. Et comme la chaleur primitive du globe a diminué de $\frac{1}{25}$ tous les 2962 ans , on doit en conclure que , dans les derniers 2962 ans , la compensation étant $\frac{1}{50}$, & dans les premiers

2962 ans étant $\frac{1}{1250}$, dont la somme est $\frac{26}{1250}$, la compensation des temps suivans & antécédens, c'est-à-dire, pendant les 2962 ans précédant les derniers, & pendant les 2962 suivant les premiers, a toujours été égale à $\frac{26}{1250}$. D'où il résulte que la compensation totale pendant les 74047 ans, est $\frac{26}{1250}$ multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de 2962 ans, ce qui donne $\frac{325}{1250}$ ou $\frac{13}{50}$. C'est là toute la compensation que la chaleur du soleil a faite à la perte de la chaleur propre du globe terrestre; cette perte depuis le commencement jusqu'à la fin des 74047 ans étant 25, elle est à la compensation totale, comme le temps total de la période est au temps du prolongement du refroidissement pendant cette période de 74047 ans. On aura donc $25 : \frac{13}{50} :: 74047 : 770$ ans environ. Ainsi, au lieu de 74047 ans, on doit dire qu'il y a 74817 ans que la Terre a commencé de recevoir la chaleur du soleil & de perdre la sienne.

Le feu du soleil, qui nous paroît si considérable, n'ayant compensé la perte de la chaleur propre de notre globe que de $\frac{13}{50}$ sur 25, depuis le premier temps de sa formation, l'on voit évidemment que la compensation qu'a pu produire la chaleur envoyée par la Lune & par les autres planètes à la terre est si petite, qu'on pourroit la négliger, sans craindre de se tromper, de plus de dix ans sur le prolongement des 74817 ans qui se sont écoulés pour le refroidissement de la Terre à la température actuelle. Mais comme dans un sujet de cette espèce on peut

desirer que tout soit démontré , nous ferons la recherche de la compensation qu'a pu produire la chaleur de la Lune à la perte de la chaleur du globe de la Terre.

La Lune se seroit refroidie au point de pouvoir en toucher la surface en 6492 ans , & au point de la température actuelle de la Terre en 14176 ans , en supposant que la Terre se fût elle-même refroidie à ce point en 74047 ans ; mais comme elle ne s'est réellement refroidie à la température actuelle qu'en 74817 ans environ , la Lune n'a pu se refroidir de même qu'en 14323 ans environ , en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Ainsi , sa chaleur étoit à la fin de cette période de 14323 ans , vingt-cinq fois plus petite que dans le temps de l'incandescence ; & l'on aura , en divisant 14323 par 25 , 533 ans environ ; en sorte que tous les 533 ans , cette première chaleur de la Lune a diminué de $\frac{1}{25}$, & qu'étant d'abord 25 , elle s'est trouvée $\frac{25}{25}$ ou 1 au bout de 14323 ans , & de $\frac{1}{25}$ au bout de 14323 autres années ; d'où l'on peut conclure que la Lune , après 28646 ans , auroit été aussi refroidie que la Terre le sera dans 74817 ans , si rien n'eût compensé la perte de la chaleur propre de cette planète.

Mais la Lune n'a pu envoyer à la Terre une chaleur un peu considérable que pendant le temps qu'a duré son incandescence & son état de chaleur , jusqu'au degré de la température actuelle de la Terre , & elle seroit en effet arrivée à ce point de refroidis-

fement en 14323 ans, si rien n'eût compensé la perte de la chaleur propre; mais nous démontrerons tout-à-l'heure que pendant cette période de 14323 ans, la chaleur du Soleil a compensé la perte de la chaleur de la Lune assez pour prolonger le temps de son refroidissement de 149 ans; & nous démontrerons de même que la chaleur envoyée par la Terre à la Lune pendant cette même période de 14323 ans, a prolongé son refroidissement de 1937 ans. Ainsi, la période réelle du temps du refroidissement de la Lune, depuis l'incandescence jusqu'à la température actuelle de la Terre, doit être augmentée de 2086 ans, & se trouve être de 16409 ans, au lieu de 14323 ans.

Supposant donc la chaleur qu'elle nous envoyoit dans le temps de son incandescence, égale à celle qui nous vient du Soleil, parce que ces deux astres nous présentent chacun une surface à-peu-près égale, on verra que cette chaleur, envoyée par la Lune, étant comme celle du Soleil $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, ne faisoit compensation dans le temps de l'incandescence que de $\frac{1}{1250}$ à la perte de la chaleur intérieure de notre globe, parce qu'il étoit lui-même en incandescence, & qu'alors sa chaleur propre étoit vingt-cinq fois plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui. Or, au bout de 16409 ans, la Lune étant refroidie au même point de température que l'est actuellement la Terre, la chaleur que cette planète lui envoyoit dans ce temps n'auroit pu faire qu'une compensation vingt-cinq

fois plus petite que la première, c'est-à-dire, de $\frac{1}{31250}$ si le globe terrestre eût conservé son état d'incandescence; mais sa première chaleur ayant diminué de $\frac{1}{25}$ tous les 2962 ans, elle n'étoit plus que de $19\frac{1}{2}$ environ au bout de 16409 ans. Ainsi, la compensation que faisoit alors la chaleur de la Lune, au lieu de

n'être que de $\frac{1}{31250}$, étoit de $\frac{19\frac{1}{2}}{25}$. En ajoutant ces deux termes de compensation du premier & du dernier temps, c'est-à-

dire, $\frac{1}{1250}$ avec $\frac{19\frac{1}{2}}{31250}$, on aura $\frac{25\frac{19\frac{1}{2}}{25}}{31250}$ pour la somme de ces deux compensations qui étant multipliée par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de

tous les termes, donne $\frac{309\frac{3}{4}}{31250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par la Lune à la Terre pendant les 16409 ans. Et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura

$25 : \frac{309\frac{3}{4}}{31250} :: 16409 : 6\frac{62}{125}$ environ. Ainsi la

chaleur que la Lune a envoyée sur le globe terrestre pendant 16409 ans, c'est-à-dire, depuis l'état de son incandescence jusqu'à celui où elle avoit une chaleur égale à la température actuelle de la Terre, n'a pro-

longé le refroidissement de notre globe que de 6 ans $\frac{1}{2}$ environ, qui étant ajoutés aux 74817 ans que nous avons trouvés précédemment, font en tout 74823 ans $\frac{1}{2}$ environ, qu'on doit encore augmenter de 8 ans, parce que nous n'avons compté que 74047 ans, au lieu de 74817 pour le temps du refroidissement de la Terre, & que $74047 \text{ ans} : 770 : : 770 : 8 \text{ ans environ}$, & par conséquent on peut réellement assigner 74831 $\frac{1}{2}$ ou 74832 ans, à très peu près, pour le temps précis qui s'est écoulé depuis l'incandescence de la Terre jusqu'à son refroidissement à la température actuelle.

On voit par cette évaluation de la chaleur que la Lune a envoyée sur la Terre, combien est encore plus petite la compensation que la chaleur des cinq autres planètes a pu faire à la perte de la chaleur intérieure de notre globe; ces cinq planètes prises ensemble ne présentent pas à nos yeux une étendue de surface à beaucoup près aussi grande que celle de la Lune seule; & quoique l'incandescence des deux grosses planètes ait duré bien plus long-temps que celle de la Lune, & que leur chaleur subsiste encore aujourd'hui à un très haut degré, leur éloignement de nous est si grand, qu'elles n'ont pu prolonger le refroidissement de notre globe que d'une si petite quantité de temps, qu'on peut la regarder comme nulle, & qu'on doit s'en tenir aux 74832 ans que nous avons déterminés pour le temps réel du refroidissement de la Terre à la température actuelle.

Maintenant il faut évaluer, comme nous l'avons fait pour la Terre, la compensation que la chaleur du Soleil a faite à la perte de la chaleur propre de la Lune, & aussi la compensation que la chaleur du globe terrestre a pu faire à la perte de cette même chaleur de la Lune, & démontrer, comme nous l'avons avancé, qu'on doit ajouter 2086 à la période de 14323 ans, pendant laquelle elle auroit perdu sa chaleur propre jusqu'au point de la température actuelle de la Terre, si rien n'eût compensé cette perte.

En faisant donc sur la chaleur du Soleil le même raisonnement pour la Lune que nous avons fait pour la Terre, on verra qu'au bout de 14323 ans la chaleur du Soleil sur la Lune n'étoit que comme sur la Terre $\frac{1}{50}$ de la chaleur propre de cette planète, parce que sa distance au Soleil & celle de la Terre au même astre sont à très peu près les mêmes : dès-lors sa chaleur, dans le temps de l'incandescence, ayant été vingt-cinq fois plus grande, il s'en suit que tous les 533 ans cette première chaleur a diminué de $\frac{1}{25}$, en sorte qu'étant d'abord 25, elle n'étoit au bout de 14323 ans que $\frac{25}{25}$ ou 1. Or la compensation que faisoit la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de la Lune étant $\frac{1}{50}$ au bout de 14323 ans, & $\frac{1}{1250}$ dans le temps de son incandescence, on aura, en ajoutant ces deux termes $\frac{26}{1250}$, lesquels multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{13}{50}$ pour la compensation totale pendant cette première période de 14323 ans. Et comme la perte de la chaleur

propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{13}{50} :: 14323 : 149$ ans environ. D'où l'on voit que le prolongement du temps pour le refroidissement de la Lune, par la chaleur du Soleil, a été de 149 ans pendant cette première période de 14323 ans, ce qui fait en tout 14472 ans pour le temps du refroidissement, y compris le prolongement qu'a produit la chaleur du Soleil.

Mais on doit en effet prolonger encore le temps du refroidissement de cette planète, parce que l'on est assuré, même par les phénomènes actuels, que la Terre lui envoie une grande quantité de lumière, & en même temps quelque chaleur. Cette couleur terne qui se voit sur la surface de la Lune quand elle n'est pas éclairée du Soleil, & à laquelle les Astronomes ont donné le nom de *lumière cendrée*, n'est à la vérité que la réflexion de la lumière solaire que la Terre lui envoie ; mais il faut que la quantité en soit bien considérable, pour qu'après une double réflexion elle soit encore sensible à nos yeux d'une distance aussi grande. En effet cette lumière est près de seize fois plus grande que la quantité de lumière qui nous est envoyée par la pleine Lune, puisque la surface de la Terre est pour la Lune près de seize fois plus étendue que la surface de cette planète ne l'est pour nous.

Pour me donner l'idée nette d'une lumière seize fois plus forte que celle de la Lune, j'ai fait tomber dans un lieu obscur, au moyen

des miroirs d'Archimède , trente-deux images de la pleine Lune , réunies sur les mêmes objets ; la lumière de ces trente-deux images étoit seize fois plus forte que la lumière simple de la Lune ; car nous avons démontré , par les expériences du sixième Mémoire , que la lumière en général ne perd qu'environ moitié par la réflexion sur une surface bien polie. Or cette lumière des trente-deux images de la Lune m'a paru éclairer les objets autant & plus que celle du jour lorsque le ciel est couvert de nuages ; il n'y a donc point de nuit pour la face de la Lune qui nous regarde , tant que le Soleil éclaire la face de la Terre qui la regarde elle-même.

Mais cette lumière n'est pas la seule émanation bénigne que la Lune ait reçue & reçoive de la Terre. Dans le commencement des temps , le globe terrestre étoit pour cette planète un second Soleil plus ardent que le premier : comme sa distance à la Terre n'est que de quatre - vingt - cinq mille lieues , & que la distance du Soleil est d'environ trente-trois millions , la Terre faisoit alors sur la Lune un feu bien supérieur à celui du Soleil ; nous ferons aisément l'estimation de cet effet , en considérant que la Terre présente à la Lune une surface environ seize fois plus grande que le Soleil , & par conséquent le globe terrestre , dans son état d'incandescence , étoit pour la Lune un astre seize fois plus grand que le Soleil (1). Or

(1) On peut encore présenter d'une autre manière ,

nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de la Lune, pendant 14323 ans, a été de $\frac{13}{50}$, & le prolongement du refroidissement, de 149 ans; mais la chaleur envoyée par la Terre en incandescence étant seize fois plus grande que celle du Soleil, la

qui paroîtra peut-être plus claire, les raisonnemens & les calculs ci-dessus. On fait que le diamètre du Soleil est à celui de la Terre :: 107 : 1 ; leurs surfaces :: 11449 : 1 ; & leurs volumes :: 1225043 : 1.

Le Soleil, qui est à-peu-près éloigné de la Terre & de la Lune également, leur envoie à chacune une certaine quantité de chaleur, laquelle, comme celle de tous les corps chauds, est en raison de la surface & non pas du volume. Supposant donc le Soleil divisé en 1225043 petits globes, chacun gros comme la Terre; la chaleur que chacun de ces petits globes enverroit à la Lune, seroit à celle que le Soleil lui envoie, comme la surface d'un de ces petits globes est à la surface du Soleil, c'est-à-dire, :: 1 : 11449. Mais en mettant ce petit globe de feu à la place de la Terre, il est évident que la chaleur sera augmentée dans la même raison que l'espace aura diminué. Or la distance du Soleil & celle de la Terre à la Lune, sont entr'elles :: 7200 : 17, dont les quarrés sont :: 51840000 : 289. Donc la chaleur que le petit globe de feu placé à quatre-vingt-cinq mille lieues de distance de la Lune lui enverroit, seroit à celle qu'il lui envoyoit auparavant :: 179377 : 1. Mais nous avons vu que la surface de ce petit globe n'étoit à celle du Soleil que :: 1 : 11449; ainsi la quantité de chaleur que sa surface enverroit vers la Lune, est onze mille quatre cent quarante-neuf fois plus petite que celle du Soleil. Divisant donc 179377 par 11449, il se trouve que cette chaleur envoyée par la Terre en incandescence à la Lune, étoit $15\frac{2}{3}$, c'est-à-dire, environ seize fois plus forte que celle du Soleil,

compensation qu'elle a faite alors étoit donc $\frac{16}{1250}$, parce que la Lune étoit elle-même en incandescence, & que sa chaleur propre étoit vingt-cinq fois plus grande qu'elle n'étoit au bout des 14323 ans; néanmoins la chaleur de notre globe ayant diminué de 25 à $20\frac{1}{7}$ environ, depuis son incandescence jusqu'à ce même terme de 14323 ans, il s'ensuit que la chaleur envoyée par la Terre à la Lune dans ce temps, n'auroit fait compensation que de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$ si la Lune eût

conservé son état d'incandescence; mais sa première chaleur ayant diminué pendant les 14323 ans de 25, la compensation que faisoit alors la chaleur de la Terre, au lieu de n'être que de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$ a été de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$ multi-

pliés par 25, c'est-à-dire, de $\frac{322}{1250}$: en ajoutant ces deux termes de compensation du premier & du dernier temps de cette période de 14323 ans; savoir, $\frac{16}{1250}$ & $\frac{322}{1250}$, on aura $\frac{338}{1250}$ pour la somme de ces deux termes de compensation, qui étant multipliée par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donne $\frac{4225}{1250}$ ou $3\frac{12}{50}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par la Terre à la Lune pendant les 14323 ans; & comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : 3\frac{12}{50} :: 14323 : 1937$ ans environ. Ainsi, la chaleur de la Terre

Terre a prolongé de 1937 ans le refroidissement de la Lune pendant la première période de 14323 ans, & la chaleur du Soleil l'ayant aussi prolongé de 149 ans, la période du temps réel qui s'est écoulé depuis l'incandescence jusqu'au refroidissement de la Lune à la température actuelle de la Terre, est de 16409 ans environ.

Voyons maintenant combien la chaleur du Soleil & celle de la Terre ont compensé la perte de la chaleur propre de la Lune dans la période suivante, c'est-à-dire, pendant les 14323 ans qui se sont écoulés depuis la fin de la première période, où sa chaleur auroit été égale à la température actuelle de la Terre si rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre.

La compensation par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de la Lune, étoit $\frac{1}{50}$ au commencement, & $\frac{25}{50}$ à la fin de cette seconde période. La somme de ces deux termes est $\frac{26}{50}$, qui étant multipliée par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donne $\frac{325}{50}$ ou $6\frac{1}{2}$ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil pendant la seconde période de 14323 ans. Mais la Lune ayant perdu pendant ce temps 25 de sa chaleur propre, & la perte de la chaleur propre étant à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : 6\frac{1}{2} :: 14323 : 3724$ ans. Ainsi, le prolongement du temps pour le refroidissement de la Lune, par la chaleur du Soleil, ayant été de 149 ans dans la pre-

miere période, a été de 3728 ans pour la seconde période de 14323 ans.

Et à l'égard de la compensation produite par la chaleur de la Terre pendant cette même seconde période de 14323 ans, nous avons vu qu'au commencement de cette seconde période, la chaleur propre du globe terrestre étant de $20\frac{1}{7}$, la compensation qu'elle a faite

alors a été de $\frac{322\frac{2}{7}}{1250}$. Or la chaleur de la

Terre ayant diminué pendant cette seconde période de $20\frac{1}{7}$ à $15\frac{2}{7}$, la compensation n'eût

été que de $\frac{244\frac{1}{28}}{1250}$ environ à la fin de cette pé-

riode, si la Lune eût conservé le degré de chaleur qu'elle avoit au commencement de cette même période; mais comme sa chaleur propre a diminué de $\frac{25}{25}$ à $\frac{1}{25}$ pendant cette seconde période, la compensation produite par la chaleur de la Terre, au lieu de n'être

que $\frac{244\frac{1}{28}}{1250}$ a été de $\frac{611\frac{1}{28}}{1250}$ à la fin de cette

seconde période, c'est-à-dire, $\frac{322\frac{2}{7}}{1250}$ &

$\frac{611\frac{1}{28}}{1250}$, on aura $\frac{6433\frac{6}{7}}{1250}$, qui étant multi-

pliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{80423}{1250}$, ou $64\frac{1}{2}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par la Terre à la Lune dans cette seconde période. Et comme la perte de

la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : 64 \frac{1}{3} :: 14323 : 38057$ ans environ. Ainsi le prolongement du refroidissement de la Lune par la chaleur de la Terre, qui a été de 1937 ans pendant la première période, se trouve de 38057 ans environ pour la seconde période de 14323 ans.

A l'égard du moment où la chaleur envoyée par le Soleil à la Lune, a été égale à la chaleur propre, il ne s'est trouvé ni dans la première ni dans la seconde période de 14323 ans, mais dans la troisième précisément, au second terme de cette troisième période, qui multiplié par $572 \frac{23}{25}$, donne $1145 \frac{21}{25}$, lesquels ajoutés aux 28646 années des deux périodes, font 29791 ans $\frac{21}{25}$. Ainsi, c'est dans l'année 29792 de la formation des planètes que l'accession de la chaleur du Soleil a commencé à égaler & ensuite surpasser la déperdition de la chaleur propre de la Lune.

Le refroidissement de cette planète a donc été prolongé pendant la première période, 1°. de 149 ans par la chaleur du Soleil; 2°. de 1937 ans par la chaleur de la Terre; & dans la seconde période, le refroidissement de la Lune a été prolongé; 3°. de 3724 ans par la chaleur du Soleil; & 4°. de 38057 ans par la chaleur de la Terre. En ajoutant ces quatre termes, on aura 43867 ans, qui étant joints aux 28646 ans des deux périodes, font en tout 72513 ans. D'où l'on voit que c'a été dans l'année 72513, c'est-à-dire,

il y a 2318 ans que la Lune a été refroidie au point de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle du globe de la Terre.

La plus grande chaleur que nous ayons comparée à celle du Soleil ou de la Terre, est la chaleur du fer rouge; & nous avons trouvé que cette chaleur extrême n'est néanmoins que vingt-cinq fois plus grande que la chaleur actuelle du globe de la Terre, en sorte que notre globe, lorsqu'il étoit en incandescence, ayant 25 de chaleur, n'en a plus que la vingt-cinquième partie, c'est-à-dire $\frac{1}{25}$ ou $\frac{25}{25}$; & en supposant la première période de 74047 ans, on doit conclure que, dans une seconde période semblable de 74047 ans, cette chaleur ne fera plus que $\frac{1}{25}$ de ce qu'elle étoit à la fin de la première période, c'est-à-dire, il y a 785 ans. Nous regardons le terme $\frac{1}{25}$ comme celui de la plus petite chaleur, de la même façon que nous avons pris 25 comme celui de la plus forte chaleur dont un corps solide puisse être pénétré. Cependant ceci ne doit s'entendre que relativement à notre propre nature & à celle des êtres organisés; car cette chaleur $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre est encore double de celle qui nous vient du Soleil, ce qui fait une chaleur considérable, & qui ne peut être regardée, comme très petite, que relativement à celle qui est nécessaire au maintien de la nature vivante; car il est démontré, même par ce que nous venons d'exposer, que si la chaleur actuelle de la Terre étoit vingt-cinq fois plus petite qu'elle ne l'est, toutes les matières fluides

du globe seroient gelées , & que ni l'eau , ni la sève , ni le sang ne pourroient circuler ; & c'est par cette raison que j'ai regardé le terme $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe , comme le point de la plus petite chaleur , relativement à la Nature organisée , puisque de la même manière qu'elle ne peut naître dans le feu , ni exister dans la très grande chaleur , elle ne peut de même subsister sans chaleur ou dans une trop petite chaleur. Nous tâcherons d'indiquer plus précisément les termes de froid & de chaud , où les êtres vivans cesseroient d'exister ; mais il faut voir auparavant comment se fera le progrès du refroidissement du globe terrestre jusqu'à ce point $\frac{1}{25}$ de sa chaleur actuelle.

Nous avons deux périodes de temps , chacune de 74047 ans , dont la première est écoulée & a été prolongée de 785 ans par l'accession de la chaleur du Soleil & de celle de la Lune. Dans cette première période , la chaleur propre de la Terre s'est réduite de 25 à 1 , & dans la seconde période elle se réduira de 1 à $\frac{1}{25}$. Or nous n'avons à considérer dans cette seconde période que la compensation de la chaleur du Soleil ; car on voit que la chaleur de la Lune est depuis long-temps si foible , qu'elle ne peut envoyer à la Terre qu'une si petite quantité qu'on doit la regarder comme nulle. Or la compensation par la chaleur du Soleil étant $\frac{1}{50}$ à la fin de la première période de la chaleur propre de la Terre , fera par conséquent $\frac{25}{50}$ à la fin de la seconde période de 74047 ans. D'où il résulte que la compensation totale

que produira la chaleur du Soleil pendant cette seconde période , sera $\frac{325}{50}$ ou $6\frac{1}{2}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement , on aura $25 : 6\frac{1}{2} :: 74047 : 19252$ environ. Ainsi , la chaleur du Soleil qui a prolongé le refroidissement de la Terre de 770 ans pour la première période , le prolongera pour la seconde de 19252 ans.

Et le moment où la chaleur du Soleil sera égale à la chaleur propre de la Terre , ne se trouvera pas encore dans cette seconde période , mais au second terme d'une troisième période de 74047 ans ; & comme chaque terme de ces périodes est de 2962 ans , en les multipliant par 2 , on a 5924 ans , lesquels ajoutés aux 148094 ans des deux premières périodes , il se trouve que ce ne sera que dans l'année 154018 de la formation des planètes que la chaleur envoyée du Soleil à la Terre , sera égale à sa chaleur propre.

Le refroidissement du globe terrestre a donc été prolongé de 776 ans $\frac{1}{2}$ pour la première période , tant par la chaleur du Soleil que par celle de la Lune , & il sera encore prolongé de 19252 ans par la chaleur du Soleil pour la seconde période de 74047 ans. Ajoutant ces deux termes aux 148094 ans des deux périodes , on voit que ce ne sera que dans l'année 168123 de la formation des planètes , c'est-à-dire , dans 93291 ans que la Terre sera refroidie au point de $\frac{1}{2}$ de la température

actuelle, tandis que la Lune l'a été dans l'année 72514, c'est-à-dire, il y a 2318 ans, & l'auroit été bien plutôt si elle ne tiroit, comme la Terre, des secours de chaleur que du Soleil, & si celle que lui a envoyé la Terre n'avoit pas retardé son refroidissement beaucoup plus que celle du Soleil.

Recherchons maintenant quelle a été la compensation qu'a faite la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre des cinq autres planètes.

Nous avons vu que Mercure, dont le diamètre n'est que $\frac{1}{3}$ de celui du globe terrestre, se feroit refroidi au point de notre température actuelle en 50351 ans, dans la supposition que la terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais comme elle ne s'est réellement refroidie à ce point qu'en 74832 ans, Mercure n'a pu se refroidir de même qu'en 50884 ans $\frac{1}{2}$ environ, & cela en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre; mais sa distance au soleil étant à celle de la Terre au même astre :: 4 : 10, il s'ensuit que la chaleur qu'il reçoit du Soleil, en comparaison de celle que reçoit la Terre, est :: 100 : 16 ou :: $6\frac{1}{4}$: 1. Dès-lors la compensation qu'a faite la chaleur du Soleil lorsque cette planète étoit à la température actuelle de la Terre,

au lieu de n'être que $\frac{1}{50}$, étoit $\frac{6\frac{1}{4}}{50}$; & dans le temps de son incandescence, c'est-à-dire, 50884 ans $\frac{1}{2}$ auparavant, cette compensa-

tion n'étoit que $\frac{6\frac{1}{4}}{1250}$. Ajoutant ces deux ter-

mes de compensation $\frac{6\frac{1}{4}}{50}$ & $\frac{6\frac{1}{4}}{1250}$ du premier
& du dernier temps de cette période, on

aura $\frac{162\frac{1}{2}}{1250}$, qui étant multipliés par $12\frac{1}{2}$

moitié de la somme de tous les termes, don-

nent $\frac{2031\frac{1}{4}}{1250}$ ou $1\frac{781\frac{1}{4}}{1250}$ pour la compensation

totale qu'a faite la chaleur du Soleil pen-
dant cette première période de 50884 ans $\frac{1}{2}$.
Et comme la perte de la chaleur propre est
à la compensation en même raison que le
temps de la période est au prolongement du

refroidissement, on aura $25 : 1\frac{781\frac{1}{4}}{1250} ::$

$50884\frac{1}{2} : 3307$ ans $\frac{1}{2}$ environ. Ainsi le temps
dont la chaleur du Soleil a prolongé le re-
froidissement de Mercure, a été 3307 ans $\frac{1}{2}$
pour la première période de 50884 ans $\frac{1}{2}$.
D'où l'on voit que ç'a été dans l'année 54192
de la formation des planètes, c'est-à-dire,
il y a 20640 ans que Mercure jouissoit de
la même température dont jouit aujourd'hui
la Terre.

Mais dans la seconde période, la compen-
sation étant au commencement $\frac{6\frac{1}{4}}{50}$, & à la

fin $\frac{156\frac{1}{4}}{50}$, on aura, en ajoutant ces temps,

$\frac{162\frac{1}{2}}{50}$, qui étant multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de

la somme de tous les termes, donnent $\frac{2031\frac{1}{2}}{50}$

ou $40\frac{5}{8}$ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil dans cette seconde période. Et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : 40\frac{5}{8} :: 50884 \frac{1}{2} : 82688$ ans environ. Ainsi le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé & prolongera celui du refroidissement de Mercure, ayant été de 3307 ans $\frac{1}{2}$ dans la première période, fera pour la seconde de 82688 ans.

Le moment où la chaleur du Soleil s'est trouvée égale à la chaleur propre de cette planète, est au huitième terme de cette seconde période, qui multiplié par $2035 \frac{1}{2}$, environ, nombre des années de chaque terme de cette période, donne 16283 ans environ, lesquels étant ajoutés aux 50884 ans $\frac{1}{2}$ de la période, on voit que ç'a été dans l'année 67167 de la formation des planètes que la chaleur du Soleil a commencé de surpasser la chaleur propre de Mercure.

Le refroidissement de cette planète a donc été prolongé de 3307 ans $\frac{1}{2}$ pendant la première période de 50884 ans $\frac{1}{2}$, & fera prolongé de même par la chaleur du Soleil de 82688 ans pour la seconde période. Ajoutant ces deux nombres d'années à celui des deux périodes, on aura 187765 ans environ. D'où l'on voit que ce ne sera que dans l'an-

née 187765 de la formation des planètes que Mercure fera refroidi à $\frac{1}{2}$, de la température actuelle de la Terre.

Vénus, dont le diamètre est $\frac{1}{8}$ de celui de la Terre, se seroit refroidie au point de notre température actuelle en 88815 ans, dans la supposition que la Terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais comme elle ne s'est réellement refroidie à la température actuelle qu'en 74832 ans, Vénus n'a pu se refroidir de même qu'en 89757 environ, en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Mais sa distance au Soleil étant à celle de la Terre au même astre, comme 7 sont à 10, il s'en suit que la chaleur que Vénus reçoit du Soleil, en comparaison de celle que reçoit la Terre, est :: 100 : 49. Dès-lors la compensation que fera la chaleur du Soleil lorsque cette planète sera à la température actuelle de la Terre, au lieu de n'être que $\frac{1}{50}$, sera $\frac{25}{50}$; & dans le temps de son incandescence, 50

cette compensation n'a été que $\frac{25}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier & du dernier temps de cette première période de 89757 ans; on aura $\frac{52\frac{2}{3}}{1250}$, qui étant multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{656\frac{1}{2}}{5250}$ pour la compensation totale qu'a faite & que fera la chaleur du Soleil pendant cette première pé-

riode de 89757 ans. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement,

on aura $25 : \frac{626\frac{1}{2}}{1250} :: 89757 : 1885$ ans

& demi environ. Ainsi, le prolongement du refroidissement de cette planète, par la chaleur du Soleil, fera de 1885 ans & demi environ, pendant cette première période de 89757 ans. D'où l'on voit que ce fera dans l'année 91643 de la formation des planètes, c'est-à-dire, dans 16811 ans que cette planète jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Dans la seconde période, la compensation étant au commencement $\frac{25\frac{1}{2}}{50}$, & à la fin $\frac{50\frac{1}{2}}{50}$,

on aura, en ajoutant ces termes $\frac{52\frac{1}{2}}{50}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{656\frac{1}{2}}{50}$ ou $13\frac{13}{100}$ pour

la compensation totale par la chaleur du Soleil pendant cette seconde période. Et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : 13\frac{13}{100} :: 89757 : 47140$ ans $\frac{2}{25}$ environ. Ainsi, le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé le refroidissement de Vénus, étant pour la première période de 1885 ans $\frac{1}{2}$, fera pour la seconde de 47140 ans $\frac{2}{25}$ environ.

Le moment où la chaleur du Soleil fera

égale à la chaleur propre de cette planète, se trouve au $24 \frac{76}{101}$ terme de l'écoulement du temps de cette seconde période, qui multiplié par $3590 \frac{7}{25}$ environ, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 89757 ans, donne 86167 ans $\frac{7}{25}$ environ, lesquels étant ajoutés aux 89757 ans de la période, on voit que ce ne sera que dans l'année 175924 de la formation des planètes que la chaleur du Soleil sera égale à la chaleur propre de Vénus.

Le refroidissement de cette planète sera donc prolongé de 1885 ans $\frac{1}{2}$ pendant la première période de 89757 ans, & sera prolongé de même de 47140 ans $\frac{9}{25}$ dans la seconde période; en ajoutant ces deux nombres d'années à celui des deux périodes, qui est de 179514 ans, on voit que ce ne sera que dans l'année 228540 de la formation des planètes que Vénus sera refroidie $\frac{1}{2}$ de la température actuelle de la Terre.

Mars, dont le diamètre est $\frac{1}{2}$ de celui de la Terre, se seroit refroidi au point de notre température actuelle en 28108 ans, dans la supposition que la Terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais comme elle ne s'est réellement refroidie à ce point qu'en 74832 ans, Mars n'a pu se refroidir qu'en 28406 ans environ, en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Mais sa distance au Soleil étant à celle de la Terre au même astre :: 15 : 10, il s'ensuit que la chaleur qu'il reçoit du Soleil, en comparaison de celle que reçoit la Terre, est :: 100 : 225 ou :: 4 : 9. Dès-lors

la compensation qu'a faite la chaleur du Soleil lorsque cette planète étoit à la température actuelle de la Terre au lieu d'être $\frac{1}{10}$,

n'étoit que $\frac{\frac{4}{9}}{50}$; & dans le temps de l'incandescence, cette compensation n'étoit que

$\frac{\frac{4}{9}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier & du dernier temps de

cette première période de 28406 ans, on aura

$\frac{\frac{104}{9}}{1250}$, qui étant multiplié par $12\frac{1}{2}$, moitié

de la somme de tous les termes, donne $\frac{\frac{1300}{9}}{1250}$

ou $\frac{144\frac{4}{9}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a

faite la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{144\frac{4}{9}}{1250} :: 28406 : 131 \text{ ans } \frac{3}{10}$ environ. Ainsi le

temps dont la chaleur du Soleil a prolongé le refroidissement de Mars, a été d'environ 131 ans $\frac{3}{10}$, pour la première période de 28406 ans. D'où l'on voit que ç'a été dans l'année 28538 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 46294 ans que Mars étoit à la température actuelle de la Terre.

Mais dans la seconde période, la compen-

fation étant au commencement $\frac{4}{9}$, & à la fin $\frac{100}{50}$,

on aura en ajoutant ces termes $\frac{104}{50}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme

de tous les termes, donnent $\frac{1300}{50}$ ou $\frac{1443}{50}$

pour la compensation totale par la chaleur du Soleil pendant cette seconde période. Et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{1443}{50} :: 28406 : 3382$

ans $\frac{59}{125}$, environ. Ainsi le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé le refroidissement de Mars dans la première période, ayant été de $131\frac{3}{10}$, fera dans la seconde de 3382 ans $\frac{59}{125}$.

Le moment où la chaleur du Soleil s'est trouvée égale à la chaleur propre de cette planète, est au $12\frac{1}{2}$, terme de l'écoulement du temps dans cette seconde période, qui multiplié par $1136\frac{6}{7}$, nombre des années de chaque terme de ces périodes, donne 14203 ans, lesquels étant ajoutés aux 28406 ans de la première période, on voit que ça été dans l'année 42609 de la formation des planètes que la chaleur du Soleil a été égale à la chaleur propre de cette planète, & que depuis ce temps elle l'a toujours surpassée.

Le refroidissement de Mars a donc été pro-

longé, par la chaleur du Soleil, de 131 ans $\frac{1}{3}$ pendant la première période, & l'a été dans la seconde période de 3382 ans $\frac{19}{25}$. Ajoutant ces deux termes à la somme des deux périodes, on aura 60325 ans $\frac{19}{30}$ environ. D'où l'on voit que ç'a été dans l'année 60326 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 14506 ans que Mars a été refroidi à $\frac{1}{2}$, de la chaleur actuelle de la Terre.

Jupiter, dont le diamètre est onze fois plus grand que celui de la Terre, & sa distance au Soleil :: 52 : 10, ne se refroidira au point de la Terre qu'en 237838 ans, abstraction faite de toute compensation que la chaleur du Soleil & celle de ses Satellites ont pu & pourront faire à la perte de sa chaleur propre, & surtout en supposant que la Terre se fût refroidie au point de la température actuelle en 74047 ans : mais comme elle ne s'est réellement refroidie à ce point qu'en 74832 ans, Jupiter ne pourra se refroidir au même point qu'en 240358 ans. Et en ne considérant d'abord que la compensation faite par la chaleur du Soleil sur cette grosse planète, nous verrons que la chaleur qu'elle reçoit du Soleil, est à celle qu'en reçoit la Terre :: 100 : 2704 ou :: 25 : 676. Dès-lors la compensation que fera la chaleur du Soleil lorsque Jupiter sera refroidi à la température actuelle de la Terre, au lieu

d'être $\frac{1}{3}$, ne sera que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$; & dans le temps de l'incandescence cette compensation n'a été

que $\frac{25}{676}$: ajoutant ces deux termes de compensation du premier & du dernier temps de cette première période de 240358 ans , on a $\frac{650}{676}$, qui multipliés par $12 \frac{1}{2}$ moitié de la

somme de tous les termes , donnent $\frac{8123}{676}$ ou $\frac{12676}{1250}$ pour la compensation totale que fera la

chaleur du Soleil pendant cette première période de 240358 ans. Et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement , on aura $25 : \frac{12676}{1250} :: 240358 : 93$ ans environ. Ainsi

le temps dont la chaleur du Soleil prolongera le refroidissement de Jupiter , ne sera que de 93 ans pour la première période de 240358 ans ; d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 240451 de la formation des planètes , c'est-à-dire , dans 165619 que le globe de Jupiter sera refroidi au point de la température actuelle du globe de la Terre.

Dans la seconde période la compensation

étant au commencement $\frac{25}{676}$, fera à la fin $\frac{625}{676}$;

en ajoutant ces deux termes on aura $\frac{650}{676}$, qui multipliés par $12 \frac{1}{2}$, moitié de la somme de

tous les termes , donnent $\frac{8125}{676}$ ou $\frac{12\frac{1}{6}}{50}$ pour

la compensation totale par la chaleur du Soleil pendant cette seconde période. Et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement , on aura $25 : \frac{12\frac{1}{6}}{50} :: 240358 : 2311$

ans environ. Ainsi le temps dont la chaleur du Soleil prolongera le refroidissement de Jupiter , n'étant que de 93 ans dans la première période , fera de 2311 ans pour la seconde période de 240358 ans.

Le moment où la chaleur du Soleil se trouvera égale à la chaleur propre de cette planète , est si éloigné , qu'il n'arrivera pas dans cette seconde période , ni même dans la troisième , quoiqu'elles soient chacune de 240358 ans ; en sorte qu'au bout de 721074 ans , la chaleur propre de Jupiter fera encore plus grande que celle qu'il reçoit du Soleil.

Car dans la troisième période , la compensation étant au commencement $\frac{625}{676}$, elle fera à la fin de cette même 3^e période $\frac{25\frac{7}{6}}{50}$, ce qui

démontre qu'à la fin de cette troisième période où la chaleur de Jupiter ne fera que $\frac{1}{625}$ de la chaleur actuelle de la Terre , elle fera néanmoins de près de moitié plus forte que celle du Soleil ; en sorte que ce ne sera que dans la quatrième période où le

moment entre l'égalité de la chaleur du Soleil & celle de la chaleur propre de Jupiter se trouvera au $2 \frac{102}{625}$, terme de l'écoulement du temps dans cette quatrième période, qui, multiplié par 9614 $\frac{8}{2}$, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 240358 ans, donne 19228 ans $\frac{4}{5}$ environ, lesquels ajoutés aux 721074 ans des trois périodes précédentes, font en tout 740302 ans $\frac{4}{5}$; d'où l'on voit que ce ne fera que dans ce temps prodigieusement éloigné, que la chaleur du Soleil sur Jupiter se trouvera égale à sa chaleur propre.

Le refroidissement de cette grosse planète, fera donc prolongé par la chaleur du Soleil de 93 ans pour la première période, & de 2311 ans pour la seconde. Ajoutant ces deux nombres d'années aux 480716 des deux premières périodes, on aura 483120 ans; d'où il résulte que ce ne fera que dans l'année 483121 de la formation des planètes, que Jupiter pourra être refroidi à $\frac{1}{2}$ de la température actuelle de la Terre.

Saturne, dont le diamètre est à celui du globe terrestre :: $9 \frac{1}{2}$: 1, & dont la distance du Soleil est à celle de la Terre au même astre, aussi :: $9 \frac{1}{2}$: 1, perdroit de sa chaleur propre, au point de la température actuelle de la Terre, en 129434 ans, dans la supposition que la Terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans. Mais comme elle ne s'est réellement refroidie à la température actuelle qu'en 74832 ans, Saturne ne se refroidira qu'en 130806 ans, en sup-

posant encore que rien ne compenseroit la perte de sa chaleur propre : mais la chaleur du Soleil, quoique très foible à cause de son grand éloignement, la chaleur de ses satellites, celle de son anneau, & même celle de Jupiter, duquel il n'est qu'à une distance médiocre, en comparaison de son éloignement du Soleil, ont dû faire quelque compensation à la perte de sa chaleur propre, & par conséquent prolonger un peu le temps de son refroidissement.

Nous ne considérerons d'abord que la compensation qu'a dû faire la chaleur du Soleil : cette chaleur que reçoit Saturne, est à celle que reçoit la Terre :: 100 : 9025 ou :: 4 : 361. Dès-lors la compensation que fera la chaleur du Soleil lorsque cette planète sera refroidie à la température actuelle de la Terre, au lieu

d'être $\frac{1}{30}$, ne fera que $\frac{4}{50} \times \frac{361}{1250}$, & dans le temps de l'incandescence, cette compensation n'a été

que $\frac{4}{1250} \times \frac{361}{1250}$; ajoutant ces deux termes, on aura

$\frac{104}{1250} \times \frac{361}{1250}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la

somme de tous les termes, donnent $\frac{1300}{1250} \times \frac{361}{1250}$ ou

$\frac{3361}{1250}$ pour la compensation totale que fera la

chaleur du Soleil dans les 130806 ans de la première période. Et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en mê-

me raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura

$$25 : \frac{3\frac{2}{3}61}{1250} :: 130806 : 15 \text{ ans environ. Ainsi}$$

la chaleur du Soleil ne prolongera le refroidissement de Saturne que de 15 ans pendant cette première période de 130806 ans; d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 130821 de la formation des planètes, c'est-à-dire, dans 55989 ans que cette planète pourra être refroidie au point de la température actuelle de la Terre.

Dans la seconde période, la compensation par la chaleur envoyée du Soleil, étant au

$$\text{commencement } \frac{4}{361}, \text{ fera à la fin de cette}$$

$$\text{même période } \frac{100}{361}.$$

Ajoutant ces deux termes de compensation du premier & du dernier temps par la chaleur du Soleil dans

$$\text{cette seconde période, on aura } \frac{104}{361}, \text{ qui}$$

multiplié par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de

$$\text{tous les termes, donne } \frac{1300}{361} \text{ ou } 3\frac{2}{3}61 \text{ pour la}$$

compensation totale que fera la chaleur du Soleil pendant cette seconde période. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25

: $\frac{3^{217}}{361}$: : 130806 : 377 ans environ. Ainsi

$\frac{50}{50}$
le temps dont la chaleur du Soleil prolongera le refroidissement de Saturne, étant de 15 ans pour la première période, sera de 377 ans pour la seconde. Ajoutant ensemble les 15 ans & les 377 ans, dont la chaleur du Soleil prolongera le refroidissement de Saturne pendant les deux périodes de 130806 ans, on verra que ce ne sera que dans l'année 262020 de la formation des planètes, c'est-à-dire, dans 187188 ans que cette planète pourra être refroidie à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la terre.

Dans la troisième période, le premier terme de la compensation par la chaleur du

Soleil étant $\frac{100}{361}$ au commencement & à la

fin $\frac{2500}{361}$ ou $\frac{6334}{361}$, on voit que ce ne sera pas

encore dans cette troisième période, qu'arrivera le moment où la chaleur du Soleil sera égale à la chaleur propre de cette planète, quoiqu'à la fin de cette troisième période elle aura perdu de sa chaleur propre, au point d'être refroidie à $\frac{1}{625}$ de la température actuelle de la Terre. Mais ce moment se trouvera au septième terme $\frac{11}{50}$ de la quatrième période, qui multiplié par 5232 ans $\frac{6}{25}$, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 130806 ans, donne 37776 ans $\frac{19}{23}$, lesquels étant ajoutés aux trois premières périodes, dont la somme est 392418

ans, font 430194 ans $\frac{1}{2}$. D'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 430195 de la formation des planètes, que la chaleur du Soleil se trouvera égale à la chaleur propre de Saturne.

Les périodes des temps du refroidissement de la Terre & des planètes, font donc dans l'ordre suivant:

REFROIDIES A LA TEMPÉRA- TURE ACTUELLE.	Refroidies à $\frac{1}{2}$ de la température actuelle.
LA TERRE - - - - en 74832 ans.	En 168123 ans.
LA LUNE - - - - en 16409 ans.	En 72513 ans.
MERCURE - - - - en 54192 ans.	En 817765 ans.
VÉNUS - - - - en 91643 ans.	En 228540 ans.
MARS - - - - en 28538 ans.	En 60326 ans.
JUPITER - - - - en 240451 ans.	En 483121 ans.
SATURNE - - - - en 130821 ans.	En 262020 ans.

On voit, en jetant un coup-d'œil sur ces rapports, que, dans notre hypothèse, la Lune & Mars sont actuellement les planètes les plus froides; que Saturne, & surtout Jupiter, sont les plus chaudes: que Vénus est encore bien plus chaude que la Terre; & que Mercure qui a commencé depuis long-temps à jouir d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre, est encore actuellement, & fera pour long-temps au degré de chaleur qui est nécessaire pour le maintien de la Nature vivante, tandis que la Lune & Mars sont gelés depuis long-temps, & par conséquent impropres depuis ce même temps à l'existence des êtres organisés.

Je ne peux quitter ces grands objets sans rechercher encore ce qui s'est passé & se passera dans les Satellites de Jupiter & de Saturne, relativement au temps du refroidissement de chacun en particulier. Les Astronomes ne sont pas absolument d'accord sur la grandeur relative de ces Satellites; & pour ne parler d'abord que de ceux de Jupiter, Wistthou a prétendu que le troisième de ses Satellites étoit le plus grand de tous, & il l'a estimé de la même grosseur à-peu-près que le globe terrestre, ensuite il dit que le premier est un peu plus gros que Mars, le second un peu plus grand que Mercure, & que le quatrième n'est guère plus grand que la Lune. Mais notre plus illustre Astronome (Dominique Cassini) a jugé au contraire que le quatrième Satellite étoit le plus grand de tous (k). Plusieurs causes concourent à cette incertitude sur la grandeur de Satellites de Jupiter & de Saturne; j'en indiquerai quelques-unes dans la suite, mais je me dispenserai d'en faire ici l'énumération & la discussion, ce qui m'éloigneroit trop de mon sujet; je me contenterai de dire, qu'il me paroît plus que probable que les Satellites les plus éloignés de leur planète principale, sont réellement les plus grands, de la même manière que les planètes les plus éloignées du Soleil sont aussi les plus grosses. Or les distances des quatre Satellites de Jupiter, à commencer par le plus

[k] Voyez l'astronomie de M. de la Lande, art. 2381.

voisin , qu'on appelle le premier , sont à très peu près comme $5 \frac{2}{3}$, 9 , $14 \frac{1}{3}$, $25 \frac{1}{4}$, & leur grandeur n'étant pas encore bien déterminée , nous supposerons , d'après l'analogie dont nous venons de parler , que le plus voisin ou le premier n'est que de la grandeur de la Lune , le second de celle de Mercure , le troisième de la grandeur de Mars , & le quatrième de celle du globe de la Terre ; & nous allons rechercher combien le bénéfice de la chaleur de Jupiter a compensé la perte de leur chaleur propre.

Pour cela , nous regarderons comme égale la chaleur envoyée par le Soleil à Jupiter & à ses Satellites , parce qu'en effet leurs distances à cet astre de feu sont à très peu près les mêmes. Nous supposerons aussi , comme chose très plausible , que la densité des Satellites de Jupiter est égale à celle de Jupiter même (1).

Cela posé , nous verrons que le premier Satellite grand comme la Lune , c'est-à-dire , qui n'a que $\frac{3}{11}$ du diamètre de la Terre , se feroit consolidé jusqu'au centre en 792 ans $\frac{3}{11}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 9248 ans $\frac{5}{11}$, & au point de la température actuelle de la Terre en 20194 ans $\frac{7}{11}$, si la densité de ce Satellite n'étoit pas dif-

(1) Quand même on se refuseroit à cette supposition de l'égalité de densité dans Jupiter & de ses Satellites , cela ne changeroit rien à ma théorie , & les résultats du calcul seroient seulement un peu différens ; mais le calcul lui-même ne seroit pas plus difficile à faire.

férente de celle de la Terre ; mais comme la densité du globe terrestre est à celle de Jupiter ou de ses Satellites : : 1000 : 292, il s'ensuit que le temps employé à la consolidation jusqu'au centre & au refroidissement, doit être diminué dans la même raison, en sorte que ce Satellite se fera consolidé en 231 ans $\frac{43}{125}$, refroidi au point d'en pouvoir toucher la surface en 2690 ans $\frac{2}{5}$, & qu'enfin il auroit perdu assez de sa chaleur propre pour être refroidi à la température actuelle de la Terre en 5897 ans, si rien n'eût compensé cette perte de sa chaleur propre. Il est vrai qu'à cause du grand éloignement du Soleil, la chaleur envoyée par cet astre sur les Satellites, ne pourroit faire qu'une très légère compensation, telle que nous l'avons vu sur Jupiter même. Mais la chaleur que Jupiter envoyoit à ses Satellites étoit prodigieusement grande, surtout dans les premiers temps, & il est très nécessaire d'en faire ici l'évaluation.

Commençant par celle du Soleil, nous verrons que cette chaleur envoyée du Soleil, étant en raison inverse du quarré des distances, la compensation qu'elle a faite, dans le temps de l'incandescence, n'étoit que

$\frac{25}{\frac{676}{1250}}$, & qu'à la fin de la première période de 5897 ans, cette condensation n'étoit que

$\frac{25}{\frac{676}{50}}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{25}{\frac{676}{1250}}$ & $\frac{25}{\frac{676}{50}}$ du

premier & du dernier temps de cette pre-

miere période de 5897 ans, on aura $\frac{650}{1250}$, qui

multipliés par $12 \frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{8125}{1250}$ ou $12 \frac{11}{1250}$ pour

la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette premiere période. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{12 \frac{11}{1250}}{1250} :: 5897 : 2 \text{ ans } \frac{4}{15}$. Ainsi, le

prolongement du refroidissement de ce Satellite, par la chaleur du Soleil, pendant cette premiere période de 5897 ans, n'a été que deux ans quatre vingt-dix-sept jours.

Mais la chaleur de Jupiter, qui étoit 25 dans le temps de l'incandescence, n'avoit diminué au bout de la période de 5897 ans, que de $\frac{1}{3}$ environ, & elle étoit encore alors $24 \frac{2}{3}$; & comme ce Satellite n'est éloigné de sa planète principale que de $5 \frac{2}{3}$ demi-diamètres de Jupiter, ou de 62 $\frac{1}{2}$ demi-diamètres terrestres, c'est-à-dire, de 89292 lieues, tandis que sa distance au Soleil est de 171 millions 600 mille lieues; la chaleur envoyée par Jupiter à son premier Satellite, auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil à ce même Satellite, comme le quarré de 171600000 est au quarré de 89292, si la surface que Jupiter présente à ce Satellite étoit égale à la surface que lui présente le Soleil; mais la surface de Jupiter, qui n'est dans le réel

que $\frac{111}{1144}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins à ce Satellite plus grande que ne lui paroît celle de cet astre dans le rapport inverse du quarré des distances; on aura donc $(89291)^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 39032^{\frac{1}{2}}$ environ. Donc la surface que présente Jupiter à ce Satellite étant 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus grande que celle que lui présente le Soleil: cette grosse planète dans le temps de l'incandescence, étoit pour son premier satellite une astre de feu 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de ce Satellite n'étoit

que $\frac{25}{676}$, lorsqu'au bout de 5897 ans il se

feroit refroidi à la température actuelle de la terre par la déperdition de sa chaleur propre; & que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation, par la chaleur

du Soleil, n'a été que de $\frac{25}{676}$; il faut donc

multiplier ces deux termes de compensation

par 39032 $\frac{1}{2}$, & l'on aura $\frac{1443^2}{1250}$ pour la

compensation qu'a faite la chaleur de Jupiter dès le commencement de cette période dans

le temps de l'incandescence, & $\frac{1443^{\frac{1}{2}}}{50}$ pour

la compensation que Jupiter auroit faite à la fin de cette même période de 5897 ans, s'il eût conservé son état d'incandescence.

Mais, comme la chaleur propre a diminué de 25 à $24\frac{2}{3}$ pendant cette même période, la compensation à la fin de la période, au

lieu d'être $\frac{1443\frac{1}{2}}{50}$, n'a été que $\frac{1480\frac{2}{3}\frac{3}{8}}{50}$. Ajou-

tant ces deux termes $\frac{1408\frac{2}{3}\frac{3}{8}}{50}$ & $\frac{1443\frac{1}{2}}{1256}$ de la

compensation dans le premier & le dernier temps de la période, on a $\frac{36652\frac{3}{9}}{1250}$, lesquels

multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{458153\frac{3}{4}}{1250}$ ou 366

$\frac{1}{2}$ environ, pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Jupiter à la perte de la chaleur propre de son premier Satellite, pendant cette première période de 5897 ans. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : : 366\frac{1}{2} : : 5897 : 86450$ ans $\frac{1}{50}$. Ainsi, le temps dont la chaleur envoyée par Jupiter à son premier Satellite, a prolongé son refroidissement pendant cette première période est de 86450 ans $\frac{1}{50}$; & le temps dont la chaleur du Soleil a aussi prolongé le refroidissement de ce Satellite pendant cette même période de 5897 ans, n'ayant été que de deux ans quatre-vingt-dix-sept jours; il se trouve que le temps du refroidissement de ce Satellite a été prolongé d'environ 86452 ans $\frac{1}{2}$ au-delà

des 5897 ans de la période ; d'où l'on voit que ce ne fera que dans l'année 92350 de la formation des planètes , c'est-à-dire , dans 17518 ans que le premier Satellite de Jupiter pourra être refroidi au point de la température actuelle de la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à ce Satellite étoit égale à sa chaleur propre , s'est trouvé dans le temps de l'incandescence , & même auparavant si la chose eût été possible ; car cette masse énorme de feu , qui étoit 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus grande que le Soleil pour ce Satellite , lui envoyoit , dès le temps de l'incandescence de tous deux une chaleur plus forte que la sienne propre , puisqu'elle étoit 1443 $\frac{1}{2}$, tandis que celle du Satellite n'étoit que 1250 ; ainsi , ç'a été de tout temps que la chaleur de Jupiter , sur son premier Satellite , a surpassé la perte de sa chaleur propre.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce Satellite ayant toujours été fort au-dessous de la chaleur envoyée par Jupiter , on doit évaluer autrement la température du Satellite , en sorte que l'estimation que nous venons de faire du prolongement du refroidissement , & que nous avons trouvé être de 87452 ans $\frac{1}{2}$, doit être encore augmentée de beaucoup ; car , dès le temps de l'incandescence , la chaleur extérieure envoyée par Jupiter étoit plus grande que la chaleur propre du Satellite dans la raison de 1443 $\frac{1}{2}$ à 1250 ; & à la fin de la première période de 5897 ans , cette chaleur envoyée par Jupiter étoit plus grande que la chaleur propre du

Satellite, dans la raison de 1408 à 50, ou de 140 à 5 à-peu-près. Et de même à la fin de la seconde période, la chaleur envoyée par Jupiter étoit à la chaleur propre du Satellite : : 3433 : 5 ; ainsi, la chaleur propre du Satellite, dès la fin de la première période, peut être regardée comme si petite, en comparaison de la chaleur envoyée par Jupiter, qu'on doit tirer le temps du refroidissement de ce Satellite, presque uniquement de celui du refroidissement de Jupiter.

Or Jupiter ayant envoyé à ce Satellite, dans le temps de l'incandescence, 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus de chaleur que le Soleil, lui envoyoit encore au bout de la première période de 5897 ans, une chaleur 38082 fois $\frac{3}{25}$ plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit diminué que de 25 à $24\frac{2}{3}$ & au bout d'une seconde période de 5897 ans, c'est-à-dire, après la déperdition de la chaleur propre du Satellite, au point extrême de $\frac{1}{24}$ de la chaleur actuelle de la Terre ; Jupiter envoyoit encore à ce Satellite une chaleur 37131 fois $\frac{3}{4}$ plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 24 $\frac{2}{3}$ à $23\frac{1}{3}$; ensuite, après une troisième période de 5897 ans où la chaleur propre du Satellite doit être regardée, comme absolument nulle, Jupiter lui envoyoit une chaleur 36182 fois plus grande que celle du Soleil.

En suivant la même marche, on trouvera que la chaleur de Jupiter, qui d'abord étoit

25, & qui décroît constamment de $\frac{1}{23}$ par chaque période de 5897 ans, diminue par conséquent sur ce Satellite de 950 pendant chacune de ces périodes; de sorte qu'après 37 $\frac{2}{3}$ périodes, cette chaleur envoyée par Jupiter au Satellite, fera à très peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais, comme la chaleur du Soleil sur Jupiter & sur ses Satellites est à-peu-près à celle du Soleil sur la Terre :: 1 : 27, & que la chaleur du globe terrestre est 59 fois plus grande que celle qu'il reçoit actuellement du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 de chaleur ci-dessus pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre; & cette dernière chaleur étant de $\frac{1}{59}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il en résulte qu'au bout de 37 $\frac{2}{3}$ périodes de 5897 ans chacune, c'est-à-dire, au bout de 222120 ans $\frac{1}{3}$, la chaleur que Jupiter enverra à ce Satellite, sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, & que, quoiqu'il ne lui restera rien alors de sa chaleur propre, il jouira néanmoins d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre, dans cette année 222120 $\frac{1}{3}$ de la formation des planètes.

Et de la même manière que cette chaleur envoyée par Jupiter prolongera prodigieusement le refroidissement de ce Satellite à la température actuelle de la Terre, elle le prolongera de même pendant trente-sept autres périodes $\frac{2}{3}$, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{21}$ de la chaleur actuelle du globe

de la Terre ; en sorte que ce ne sera que dans l'année 444240 de la formation des planètes que ce Satellite fera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du Satellite dans les différens temps. Il est certain, qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'incandescence que de

$\frac{25}{676}$; & qu'à la fin de la première période, $\frac{1250}{1250}$

qui est de 5897 ans, cette même chaleur du

Soleil auroit fait une compensation de $\frac{25}{676}$, $\frac{50}{50}$

& que dès-lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil, auroit en effet été de 2 ans $\frac{4}{15}$; mais la chaleur envoyée par Jupiter, dès le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du Satellite : : 1443 $\frac{1}{2}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raison ;

en sorte qu'au lieu d'être $\frac{25}{676}$, elle n'a été $\frac{1250}{1250}$

que $\frac{25}{676}$ au commencement de cette période, $\frac{2793\frac{1}{2}}{2793\frac{1}{2}}$

& que cette compensation qui auroit été

$\frac{676}{50}$ à la fin de cette même période, si l'on ne

ne confidéroit que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, doit être diminuée dans la raison de 1408 à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter étoit encore plus grande que la chaleur propre du Satellite dans cette même raison. Dès-lors la compensation à la fin de cette première période,

au lieu d'être $\frac{25}{676}$ n'a été que $\frac{25}{1458}$. En

ajoutant ces deux termes de compensation

$\frac{25}{676}$ & $\frac{25}{1458}$ du premier & du dernier temps

de cette première période, on a $\frac{106085}{676}$ ou $\frac{156630}{4038400}$

, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de

la somme de tous les termes, donnent $\frac{1960432}{4038400}$ pour la compensation totale qu'a

pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidisse-

ment, on aura $25 : \frac{19613}{4038400} :: 5897 : \frac{11547948\frac{1}{2}}{100960000}$ ou : : 5897 ans : 41 jours $\frac{7}{10}$. Ainsi, le prolongement du refroidissement, par la chaleur du Soleil, au lieu d'avoir été de 2 ans 97 jours, n'a réellement été que de 41 jours $\frac{7}{10}$.

On trouveroit de la même manière les temps du prolongement du refroidissement, par la chaleur du Soleil, pendant la seconde

période, & pendant les périodes suivantes; mais il est plus facile & plus court de l'évaluer en totalité de la manière suivante.

La compensation par la chaleur du Soleil dans le temps de l'incandescence, ayant été,

comme nous venons de le dire, $\frac{25}{676}$, fera $\frac{25}{2793\frac{1}{2}}$

à la fin de $37\frac{2}{3}$ périodes $\frac{25}{676}$, puisque ce

n'est qu'après ces $37\frac{2}{3}$ périodes, que la température du Satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc

ces deux termes de compensation $\frac{25}{676}$ & $\frac{25}{676}$

du premier & du dernier temps de ces $37\frac{2}{3}$ périodes, ou a $\frac{71027}{676}$ ou $\frac{105676}{139675}$, qui multi-

pliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur,

donnent $\frac{1313245}{139675}$ ou $\frac{13}{1396}$ environ pour la

compensation totale, par la chaleur du Soleil, pendant les $37\frac{2}{3}$ périodes de 5897 ans chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{13}{1396} :: 222120\frac{1}{2} : 82\text{ ans } \frac{37}{50}$ environ. Ainsi, le prolongement total que fera la chaleur du Soleil, ne fera que de 82 ans $\frac{37}{50}$ qu'il faut ajouter aux 222120 ans $\frac{1}{3}$. D'où l'on voit que

ce ne fera que dans l'année 222203 de la formation des planètes , que ce Satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre , & qu'il faudra le double du temps , c'est-à-dire , que ce ne fera que dans l'année 444406 de la formation des planètes qu'il pourra être refroidi à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre.

Faisant le même calcul pour le second Satellite , que nous avons supposé grand comme Mercure , nous verrons qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 1342 ans , perdre de sa chaleur propre en 11303 $\frac{1}{3}$ au point de pouvoir le toucher , & se refroidir par la même déperdition de sa chaleur propre , au point de la température actuelle de la Terre en 24682 ans $\frac{1}{3}$, si sa densité étoit égale à celle de la Terre ; mais comme la densité du globe terrestre est à celle de Jupiter ou de ses Satellites :: 1000 : 292 , il s'ensuit que ce second Satellite , dont le diamètre est $\frac{1}{3}$ de celui de la Terre , se feroit réellement consolidé jusqu'au centre en 282 ans environ , refroidi au point de pouvoir le toucher en 3300 ans $\frac{17}{25}$, & à la température actuelle de la Terre en 7283 ans $\frac{16}{25}$, si la perte de sa chaleur propre n'eût pas été compensée par la chaleur que le Soleil , & plus encore par celle que Jupiter ont envoyée à ce Satellite. Or l'action de la chaleur du Soleil sur ce Satellite étant en raison inverse du quarré des distances , la compensation que cette chaleur du Soleil a faite à la perte de la chaleur propre du Satellite , étoit dans le temps de

l'incandescence $\frac{25}{676}$ & $\frac{25}{676}$ à la fin de cette
 $\frac{1250}{50}$
 premiers période de 7283 ans $\frac{16}{25}$. Ajoutant ces
 deux termes $\frac{25}{676}$ & $\frac{25}{676}$ de la compensation
 $\frac{1250}{50}$
 dans le premier & le dernier temps de cette
 $\frac{650}{676}$
 période, on a $\frac{650}{676}$, qui multipliés par $12 \frac{1}{2}$
 $\frac{1250}{1250}$
 moitié de la somme de tous les termes, don-
 nent $\frac{8125}{676}$ ou $\frac{12673}{1250}$ pour la compensation
 $\frac{1250}{1250}$
 totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant
 cette premiere période de 7283 ans $\frac{16}{25}$. Et
 comme la perte totale de la chaleur propre
 est à la compensation totale en même raison
 que le temps de la période est au prolon-
 gement du refroidissement, on aura 25 :
 $\frac{12673}{25}$: : 7283 ans $\frac{16}{25}$: 2 ans 252 jours. Ainsi,
 le prolongement du refroidissement de ce
 Satellite, par la chaleur du Soleil, pendant
 cette premiere période, n'a été que de 2 ans
 252 jours.

Mais la chaleur de Jupiter, qui dans le
 temps de l'incandescence, étoit 25, avoit di-
 minué au bout de 7283 ans $\frac{16}{25}$ de $\frac{19}{23}$ environ,
 & elle étoit encore alors $24 \frac{4}{23}$. Et comme
 ce Satellite n'est éloigné de Jupiter que de 9
 demi-diamètres de Jupiter, ou 99 demi-diamè-
 tres terrestres, c'est-à-dire de 141817 lieues
 $\frac{1}{2}$, & qu'il est éloigné du Soleil de 171

millions 600 mille lieues , il en résulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce Satellite , auroit été :: $(171600000)^2 : (141817\frac{1}{2})^2$ si la surface que présente Jupiter à ce Satellite étoit égale à la surface que lui présente le Soleil ; mais la surface de Jupiter , qui , dans le réel , n'est que $\frac{121}{11449}$ de celle du Soleil , paroît néanmoins plus grande à ce Satellite dans la raison inverse du quarré des distances ; on aura donc $(141817\frac{1}{2})^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 15473\frac{1}{3}$ environ. Donc la surface que Jupiter présente à ce Satellite est 15473 fois $\frac{2}{3}$ plus grande que celle que lui présente le Soleil. Ainsi Jupiter , dans le temps de l'incandescence , étoit pour ce Satellite un astre de feu 15473 fois $\frac{2}{3}$ plus étendu que le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil , à la perte de la chaleur propre de ce Sa-

tellite , n'étoit que $\frac{25}{676}$, lorsqu'au bout de

de 7283 ans $\frac{16}{5}$, il se seroit refroidi à la température actuelle de la Terre , & que ; dans le temps de l'incandescence , cette compensation , par la chaleur du Soleil , n'étoit

que $\frac{25}{676}$, on aura donc 15473 $\frac{2}{3}$, multipliés

1250

par $\frac{25}{676}$ ou $\frac{572\frac{1}{6}\frac{7}{6}}{1250}$ pour la compensation qu'a

1250

faite la chaleur de Jupiter sur ce Satellite dans le commencement de cette première pé-

riode , & $\frac{572\frac{1}{6}\frac{7}{6}}{50}$ pour la compensation qu'elle

auroir faite à la fin de cette même période de 7283 ans $\frac{1}{2}\frac{6}{5}$, si Jupiter eût conservé son état d'incandescence. Mais comme sa chaleur propre a diminué pendant cette période de 25 à $24\frac{4}{23}$, la compensation à la fin de la période au lieu d'être $\frac{572\frac{1}{2}\frac{7}{5}}{50}$, n'a été que de

$\frac{553\frac{1}{2}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{553\frac{1}{2}}{50}$ & $\frac{572\frac{1}{2}\frac{7}{5}}{1250}$ de la compensation dans le

premier & dans le dernier temps de cette première période, on a $\frac{14405\frac{1}{2}}{1250}$ environ,

lesquels multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{180063\frac{1}{2}}{1250}$

ou $144\frac{7}{25}$ environ, pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Jupiter pendant cette première période de 7283 ans $\frac{1}{2}\frac{6}{5}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : 144\frac{7}{25} :: 7283\frac{1}{2}\frac{6}{5} : 42044\frac{18}{25}$. Ainsi, le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidissement de ce Satellite, a été de 42044 ans 52 jours, tandis que la chaleur du Soleil ne l'a prolongé que de 2 ans 252 jours; d'où l'on voit, en ajoutant ces deux temps à celui de la période de 7283 ans 233 jours, que ç'a été dans l'année 49331 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 25501 ans que ce second Satellite de Jupiter a pu être refroidi au point de la température actuelle de la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter a été égale à la chaleur propre de ce Satellite, s'est trouvé au $2\frac{4}{21}$ terme environ de l'écoulement du temps de cette première période de 7283 ans 233 jours, qui multipliés par 291 ans 126 jours, nombre des années de chaque terme de cette période, donnent 638 ans 67 jours. Ainsi ç'a été dès l'année 639 de la formation des planètes, que la chaleur envoyée par Jupiter à son second Satellite, s'est trouvée égale à sa chaleur propre.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce Satellite a toujours été au-dessous de celle que lui envoyoit Jupiter dès l'année 639 de la formation des planètes; on doit donc évaluer, comme nous l'avons fait pour le premier Satellite, la température dont il a joui, & dont il jouira pour la suite.

Or Jupiter ayant d'abord envoyé à ce Satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur 15473 fois $\frac{2}{3}$ plus grande que celle du Soleil, lui envoyoit encore à la fin de la première période de 7283 ans $\frac{16}{5}$, une chaleur 14960 fois $\frac{31}{50}$ plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de 25 à $24\frac{4}{23}$. Et au bout d'une seconde période de 7283 ans $\frac{16}{5}$, c'est-à-dire, après la déperdition de la chaleur propre du Satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{2}$ de la chaleur de la Terre; Jupiter envoyoit encore à ce Satellite une chaleur 14447 fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Ju-

piler n'avoit encore diminué que de $24 \frac{4}{23}$ à $23 \frac{8}{23}$.

En suivant la même marche , on voit que la chaleur de Jupiter , qui d'abord étoit 25, & qui décroît constamment de $\frac{1}{23}$ par chaque période de 7283 ans $\frac{1}{23}$, diminue par conséquent sur ce Satellite de 513 à-peu-près pendant chacune de ces périodes, en sorte qu'après $26 \frac{1}{2}$ périodes environ , cette chaleur envoyée par Jupiter au Satellite , fera à-très-peu-près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais , comme la chaleur du Soleil sur Jupiter & sur ses Satellites est à celle du Soleil sur la Terre à-peu-près :: 1 : 27 , & que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit actuellement du Soleil , il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre ; & cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre , il en résulte qu'au bout de $26 \frac{1}{2}$ périodes de 7283 ans $\frac{1}{23}$ chacune , c'est - à - dire , au bout de 193016 ans $\frac{11}{23}$, la chaleur que Jupiter enverra à ce Satellite , fera égale à la chaleur actuelle de la Terre , & que , n'ayant plus de chaleur propre , il jouira néanmoins d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre dans l'année 193017 de la formation des planètes.

Et de même que cette chaleur envoyée par Jupiter , prolongera de beaucoup le refroidissement de ce Satellite au point de

la température actuelle de la Terre, elle le prolongera de même pendant 26 autres périodes $\frac{1}{2}$ pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 386034 de la formation des planètes que ce Satellite sera refroidi $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite & fera à la diminution de la température du Satellite. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation dans

le temps de l'incandescence que de $\frac{25}{676}$, & $\frac{1250}{50}$

qu'à la fin de la première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$, cette même chaleur du Soleil au-

roit fait une compensation de $\frac{25}{676}$, & $\frac{50}{50}$

que dès lors le prolongement du refroidissement, par l'accession de cette chaleur du Soleil, auroit été de 2 ans $\frac{2}{3}$. Mais la chaleur envoyée par Jupiter, dès le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du Satellite : : $572 \frac{170}{676}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raison;

en sorte qu'au lieu d'être $\frac{25}{676}$, elle n'a été $\frac{1250}{1250}$

que $\frac{25}{676}$ au commencement de cette période. Et de même que cette compensation qui

auroit été $\frac{25}{676}$ à la fin de cette première période en ne considérant que la déperdition

de la chaleur propre du Satellite, doit être diminuée dans la même raison de $553\frac{1}{3}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter étoit encore plus grande que la chaleur propre du Satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette

première période au lieu d'être $\frac{25}{676}$, n'a été

que $\frac{25}{603\frac{1}{3}}$. En ajoutant ces deux termes de

compensation $\frac{25}{676}$ & $\frac{25}{603\frac{1}{3}}$ du premier & du

dernier temps de cette première période, on

a $\frac{60639\frac{1}{2}}{676}$ ou $\frac{89\frac{2}{3}}{1098625}$, qui multipliés par 12

$\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes,

donnent $\frac{1120\frac{5}{6}}{1098625}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil, pendant cette première période. Et comme la perte de la chaleur est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement,

on aura $25 : \frac{1120\frac{6}{5}}{1098625} :: 7283 \frac{16}{25} : \frac{8163745\frac{2}{3}}{27465625}$

ou $:: 7283 \text{ ans } \frac{16}{25} : 108 \text{ jours } \frac{1}{2}$, au lieu de $2 \text{ ans } \frac{2}{3}$ que nous avons trouvés par la première évaluation.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation dans le temps de l'incandescence

ayant été $\frac{25}{676}$, fera à la fin de $26\frac{1}{2}$ périodes $\frac{25}{1822\frac{170}{676}}$

de $\frac{25}{676}$, puisque ce n'est qu'après ces $26\frac{1}{2}$ périodes

que la température du Satellite sera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation

$\frac{25}{1822\frac{170}{676}}$ & $\frac{25}{50}$ du premier & du dernier temps de ces $26\frac{1}{2}$ périodes, on a

$\frac{46806\frac{1}{4}}{676}$ ou $\frac{69\frac{41}{66}}{91112\frac{1}{2}}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{86\frac{1}{2}}{91112\frac{1}{2}}$ ou

$\frac{43}{4555}$ environ, pour la compensation totale

par la chaleur du Soleil, pendant les 26 périodes $\frac{1}{2}$ de $7283 \text{ ans } \frac{16}{25}$. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du temps du refroidissement, on aura $25 : \frac{43}{4555}$

: : 193016 $\frac{11}{25}$: 72 $\frac{22}{25}$. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil ne fera que de 72 ans $\frac{22}{25}$, qu'il faut ajouter aux 193016 ans $\frac{11}{25}$; d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 193090 de la formation des planètes que ce Satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, & qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire, que ce ne sera que dans l'année 386180 de la formation des planètes qu'il pourra être refroidi à $\frac{1}{5}$ de la température actuelle de la Terre.

Faisant les mêmes raisonnemens pour le troisième Satellite de Jupiter, que nous avons supposé grand comme Mars, c'est-à-dire, de $\frac{13}{25}$ du diamètre de la Terre, & qui est à 14 $\frac{1}{3}$ demi-diamètres de Jupiter, ou 157 $\frac{2}{3}$ demi-diamètres terrestres, c'est-à-dire à 225857 lieues de distance de sa planète principale; nous verrons que ce Satellite se seroit consolidé jusqu'au centre en 1490 ans $\frac{2}{3}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 17633 ans $\frac{18}{25}$, & au point de la température actuelle de la Terre en 38504 ans $\frac{11}{25}$, si la densité de ce Satellite étoit égale à celle de la Terre; mais comme la densité du globe terrestre est à celle de Jupiter & de ses Satellites : : 1000 : 292, il faut diminuer en même raison les temps de la consolidation & du refroidissement. Ainsi ce troisième Satellite se fera consolidé jusqu'au centre en 435 ans $\frac{51}{200}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 5149 ans $\frac{11}{200}$; & il auroit perdu assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle de la Terre en 11243 ans

$\frac{7}{25}$ environ , si la perte de sa chaleur propre n'eût pas été compensée par l'accession de la chaleur du Soleil , & surtout par celle de la chaleur envoyée par Jupiter à ce Satellite. Or la chaleur envoyée par le Soleil , étant en raison inverse du quarré des distances , la compensation qu'elle faisoit à la perte de la chaleur propre du Satellite , étoit

dans le temps de l'incandescence $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{50}$

à la fin de cette premiere période de 11243 ans

$\frac{7}{25}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ & $\frac{\frac{25}{676}}{50}$

de la compensation dans le premier & dans le dernier temps de cette premiere période

de 11243 ans $\frac{7}{25}$, on a $\frac{650}{1250}$, qui multipliés

par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les ter-

mes , donnent $\frac{85}{1250}$ ou $\frac{12\frac{13}{6}}{1250}$ pour la compen-

sation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant le temps de cette premiere période.

Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement , on aura 25 :

$\frac{12\frac{13}{6}}{1250} :: 11243 : 4\frac{1}{3}$ environ. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce Satellite ,

par la chaleur du Soleil , pendant cette premiere période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, auroit été de 4 ans 116 jours.

Mais la chaleur de Jupiter, qui dans le temps de l'incandescence étoit 25, avoit diminué pendant cette première période de 25 à 23 $\frac{1}{2}$ environ, & comme ce Satellite est éloigné de Jupiter de 225857 lieues, & qu'il est éloigné du Soleil de 171 millions 600 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce Satellite, auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil, comme le quarré de 171600000 est au quarré de 225857, si la surface que présente Jupiter à ce Satellite, étoit égale à la surface que lui présente le Soleil ; mais la surface de Jupiter qui dans le réel n'est que $\frac{121}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins plus grande à ce Satellite dans le rapport inverse du quarré des distances ; on aura donc $(225857)^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 6101$ environ. Donc la surface que présente Jupiter à son troisième Satellite, étant 6101 fois plus grande que la surface que lui présente le Soleil, Jupiter dans le temps de l'incandescence, étoit pour ce Satellite un astre de feu 6101 fois plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de

ce Satellite, n'étoit que $\frac{676}{50}$, lorsqu'au bout de

11243 ans $\frac{7}{25}$, il se seroit refroidi à la température actuelle de la Terre, & que dans le temps de l'incandescence, cette compensa-

tion par la chaleur du Soleil n'a été que $\frac{676}{1250}$.

Il faut donc multiplier par 6101 chacun de ces deux termes de compensation, & l'on aura pour le premier $\frac{225^{\frac{425}{676}}}{1250}$, & pour le se-

cond $\frac{225^{\frac{425}{676}}}{50}$, & cette dernière compensation

de la fin de la période seroit exacte si Jupiter eût conservé son état d'incandescence pendant tout le temps de cette même période de 11243 ans $\frac{7}{25}$. Mais comme la chaleur propre a diminué de 25 à 23 $\frac{5}{6}$ pendant cette période, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{225^{\frac{425}{676}}}{50}$, n'a été que

$\frac{218^{\frac{13}{5}}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{218^{\frac{13}{5}}}{50}$ &

$\frac{225^{\frac{425}{676}}}{1250}$ de la compensation du premier & du

dernier temps dans cette première période, on a $\frac{5679^{\frac{21}{5}}}{1250}$ environ, lesquels étant multi-

pliés par $12 \frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{70998}{1250}$ ou $56 \frac{15}{19}$ environ, pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Jupiter sur son troisième Satellite pendant cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : 56 \frac{15}{19} :: 11243 \frac{7}{25} : 25340$. Ainsi le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidissement de ce Satellite pendant cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, a été de 25340; & par conséquent en y ajoutant le prolongement, par la chaleur du So-

leil qui est de 4 ans 116 jours , on a 25344 ans 116 jours pour le prolongement total du refroidissement : ce qui étant ajouté au temps de la période , donne 36787 ans 218 jours ; d'où l'on voit que ç'a été dans l'année 36588 de la formation des planètes , c'est-à-dire , il y a 38244 ans que ce Satellite jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à ce Satellite étoit égale à sa chaleur propre , s'est trouvé au 5 $\frac{365}{677}$; terme de l'écoulement du temps de cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, qui étant multiplié par 449 $\frac{3}{4}$, nombre des années de chaque terme de cette période , donne 2490 ans environ. Ainsi , ç'a été dès l'année 2490 de la formation des planètes , que la chaleur envoyée par Jupiter à son troisième Satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce Satellite.

Dès-lors on voit que cette chaleur propre du Satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Jupiter dès l'année 2490 de la formation des planètes ; & en évaluant , comme nous avons fait pour les deux premiers Satellites , la température dont celui-ci doit jouir , on trouve que Jupiter ayant envoyé à ce Satellite , dans le temps de l'incandescence , une chaleur 6101 fois plus grande que celle du Soleil , il lui envoyoit encore à la fin de la première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$ une chaleur 5816 $\frac{43}{150}$ fois plus grande que celle du Soleil , parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit diminué que de

25 à $23 \frac{5}{6}$; & au bout d'une seconde période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, c'est-à-dire, après la déperdition de la chaleur propre du Satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Jupiter envoyoit encore à ce Satellite une chaleur $5531 \frac{86}{50}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de $23 \frac{5}{6}$ à $22 \frac{4}{6}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Jupiter, qui d'abord étoit 25, & qui décroît constamment de $\frac{7}{6}$ par chaque période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, diminue par conséquent sur ce Satellite de $284 \frac{107}{150}$ pendant chacune de ces périodes ; en sorte qu'après $15 \frac{2}{3}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Jupiter au Satellite, sera à très peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais, comme la chaleur du Soleil sur Jupiter & sur ses Satellites est à celle du Soleil sur la Terre, à-peu-près :: 1 : 27, & que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit actuellement du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre ; & cette dernière chaleur étant $\frac{1}{30}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il en résulte qu'au bout de $15 \frac{2}{3}$ périodes, chacune de 11243 ans $\frac{7}{25}$, c'est-à-dire, au bout de $176144 \frac{11}{15}$, la chaleur que Jupiter enverra à ce Satellite, sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, & que, n'ayant plus de chaleur propre, il jouira néanmoins d'une

température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre dans l'année 176145 de la formation des planètes.

Et comme cette chaleur envoyée par Jupiter prolongera de beaucoup le refroidissement de ce Satellite, au point de la température actuelle de la Terre, elle le prolongera de même pendant $15 \frac{2}{3}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 352290 de la formation des planètes que ce Satellite sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du Satellite dans les différens temps; il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'in-

candescence que de $\frac{25}{676}$; & qu'à la fin de
1250

la première période qui est de 11243 ans $\frac{7}{25}$, cette même chaleur du Soleil auroit

fait une compensation de $\frac{25}{676}$, & que dès
50

lors le prolongement du refroidissement, par l'accession de cette chaleur du Soleil, auroit en effet été de 4 ans $\frac{1}{3}$. Mais la chaleur envoyée par Jupiter dès le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre

du Satellite :: $225 \frac{425}{676} : 1250$, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison,

en sorte qu'au lieu d'être $\frac{25}{676}$, elle n'a été

que $\frac{25}{676}$ au commencement de cette période,

& que cette compensation qui auroit été

$\frac{25}{676}$ à la fin de cette première période, si

l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, doit être diminuée dans la raison de $218 \frac{13}{75}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès-lors la compensation à la fin de cette première période,

au lieu d'être $\frac{25}{676}$, n'a été que $\frac{25}{676}$.

En ajoutant ces deux termes de compensation

$\frac{25}{676}$ & $\frac{25}{676}$ du premier & du dernier temps

de cette première période on a $\frac{43596}{676}$ ou

$64 \frac{1}{2}$, qui multipliés par $12 \frac{1}{2}$, moitié de la

somme de tous les termes donnent $806 \frac{1}{4}$

pour la compensation totale qu'a faite la

chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura

$$25 : \frac{806\frac{1}{4}}{395734\frac{4}{9}} :: 11243\frac{7}{25} : \frac{9064669\frac{1}{3}}{9893361} \text{ ou } :: 11243 \text{ ans } \frac{7}{25} : 334 \text{ jours environ, au lieu de } 4 \text{ ans } \frac{1}{3} \text{ que nous avons trouvé par la première évaluation.}$$

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation qu'a faite cette chaleur du Soleil dans le temps de l'incandescence, ayant

$$\text{été } \frac{25}{676}, \text{ fera à la fin de } 15\frac{2}{3} \text{ périodes de } \frac{1475\frac{1}{3}}{1475\frac{1}{3}}$$

$$\frac{25}{676}, \text{ puisque ce n'est qu'après ces } 15\frac{2}{3} \text{ périodes}$$

que la température du Satellite sera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation

$$\frac{25}{676} \text{ \& } \frac{25}{676} \text{ du premier \& du dernier temps } \frac{1475\frac{2}{3}}{50}$$

$$\text{de ces } 15\frac{2}{3} \text{ périodes, on a } \frac{38141\frac{1}{3}}{676} \text{ ou } \frac{56\frac{3}{7}}{73782\frac{2}{3}}$$

qui multipliés par $13\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la

$$\text{chaleur, donnent } \frac{705\frac{17}{9}}{73782\frac{2}{3}} \text{ ou } \frac{3\frac{5}{6}}{3689}, \text{ environ}$$

pour la compensation totale , par la chaleur du Soleil , pendant les $15\frac{2}{3}$ périodes de 11243 ans $\frac{2}{3}$ chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement , on aura $25 : 3689 :: 176144\frac{1}{5} : 66\frac{2}{5}$. Ainsi , le prolongement total que fera la chaleur du soleil ne fera que de 66 ans $\frac{2}{5}$, qu'il faut ajouter aux 176144 ans $\frac{1}{5}$; d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 176212 de la formation des planètes que ce Satellite jouira en effet de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre , & qu'il faudra le double de ce temps , c'est-à-dire , que ce ne sera que dans l'année 352424 de la formation des planètes , que sa température sera 25 fois plus froide que la température actuelle de la Terre.

Faisant le même calcul sur le quatrième Satellite de Jupiter , que nous avons supposé grand comme la Terre , nous verrons qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 2905 ans , se refroidir au point de pouvoir le toucher en 33911 ans , & perdre assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle de la Terre en 74047 ans , si sa densité étoit la même que celle du globe terrestre : mais , comme la densité de Jupiter & de ses Satellites est à celle de la Terre :: 292 : 1000 , les temps de la consolidation & du refroidissement par la déperdition de la chaleur propre doivent être diminués dans la même raison. Ainsi ce Satellite ne s'est con-

solide jusqu'au centre qu'en 848 ans $\frac{1}{4}$; refroidi au point de pouvoir le toucher en 9902 ans; & enfin il auroit perdu assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle de la Terre en 21621 ans, si la perte de sa chaleur propre n'eût pas été compensée par la chaleur envoyée par le Soleil & par Jupiter. Or la chaleur envoyée par le Soleil à ce fatellite étant en raison inverse du quarré des distances, la compensation produite par cette chaleur

étoit dans le temps de l'incandescence $\frac{25}{676}$
1250

& $\frac{25}{676}$ à la fin de cette premiere période de
50

21621 ans. Ajoutant ces deux termes $\frac{25}{676}$ &
1250

$\frac{25}{676}$ de la compensation du premier & du
50

dernier temps de cette période, on a $\frac{650}{676}$
1250

qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme

de tous les termes, donnent $\frac{8125}{676}$ ou $\frac{12\frac{3}{4}}{676}$
1250 1250

pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette premiere période de 21621 ans. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compen-

fation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{12673}{1250} : 2$

$21621 : 8 \frac{3}{10}$. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite, par la chaleur du Soleil, a été de 8 ans $\frac{3}{10}$ pour cette première période.

Mais la chaleur de Jupiter qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la Terre, avoit diminué au bout des 21621 ans de 25 à $22 \frac{3}{4}$; & comme ce satellite est éloigné de Jupiter de $277 \frac{3}{4}$ demi-diamètres terrestres, ou de 397877 lieues, tandis qu'il est éloigné du Soleil de 171 millions 600 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite, auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil, comme le quarré de 171600000 est au quarré de 397877, si la surface que Jupiter présente à son quatrième satellite, étoit égale à la surface que lui présente le Soleil; mais la surface de Jupiter, qui dans le réel n'est que $\frac{121}{11449}$ de celle du Soleil, paroît néanmoins à ce satellite bien plus grande que celle de cet astre dans le rapport inverse du quarré des distances : on aura donc $(397877)^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 1909$ environ. Ainsi Jupiter dans le temps de l'incandescence, étoit pour son quatrième satellite un astre de feu 1909 fois plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre du

fatellite , étoit $\frac{25}{676}$, lorsqu'au bout de 21621
50

ans il se feroit refroidi à la température ac-
tuelle de la terre ; & que dans le temps de
l'incandescence , cette compensation par la

chaleur du Soleil n'a été que $\frac{25}{676}$, qui mul-
1250

tipliés par 1909 , donnent $\frac{70\frac{495}{50}}{1250}$ pour la com-
1250

pensation qu'a faite la chaleur de Jupiter au
commencement de cette période , c'est-à-
dire , dans le temps de l'incandescence , &
par conséquent $\frac{70\frac{495}{50}}{1250}$ pour la compensation

50
que la chaleur de Jupiter auroit faite à la fin
de cette premiere période , s'il eût conservé
son état d'incandescence. Mais sa chaleur
propre ayant diminué pendant cette premiere
période de 25 à 22 $\frac{3}{4}$, la compensation au
lieu d'être $\frac{70\frac{495}{50}}{1250}$, n'a été que $\frac{64}{50}$ environ.

50
Ajoutant ces deux termes $\frac{64}{50}$ & $\frac{70\frac{495}{50}}{1250}$ de la
50

compensation dans le premier & dans le der-
1671

nier temps de cette période , on a ——— en-
1250

viron , lesquels multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié
de la somme de tous les termes , donnent
20887 $\frac{1}{2}$

———— ou 15 $\frac{3}{4}$ environ pour la compensa-
125

tion totale qu'a faite la chaleur envoyée par
Jupiter

Jupiter à la perte de la chaleur propre de son quatrième satellite. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : 16 \frac{3}{4} :: 21621 : 14486 \frac{7}{100}$. Ainsi, le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidissement de ce Satellite pendant cette première période de 21621 ans, étant de 14486 ans $\frac{7}{100}$, & la chaleur du Soleil l'ayant aussi prolongé de 8 ans $\frac{3}{10}$ pendant la même période, on trouve en ajoutant ces deux nombres d'années aux 21621 ans de la période, que ç'a été dans l'année 36116 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 38716 ans que ce quatrième satellite de Jupiter jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à son quatrième Satellite a été égale à la chaleur propre de ce Satellite, s'est trouvé au $17 \frac{2}{3}$, terme environ de l'écoulement du temps de cette première période, qui multiplié par $864 \frac{21}{25}$, nombre des années de chaque terme de cette période de 21621 ans, donne $15268 \frac{21}{25}$. Ainsi, ç'a été dans l'année 15279 de la formation des planètes, que la chaleur envoyée par Jupiter à son quatrième Satellite, s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce même Satellite.

Dès-lors on voit que la chaleur de ce Satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Jupiter dans l'année 15279 de la for-

mation des planètes , & que Jupiter ayant envoyé à ce Satellite , dans le temps de l'incandescence , une chaleur 1909 fois plus grande que celle du Soleil , il lui envoyoit encore à la fin de la première période de 21621 ans , une chaleur $1737 \frac{19}{100}$ fois plus grande que celle du Soleil , parce que la chaleur propre de Jupiter n'a diminué pendant ce temps que de 25 à $22 \frac{3}{4}$; & au bout d'une seconde période de 21621 ans , c'est-à-dire , après la déperdition de la chaleur propre de ce Satellite , jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre , Jupiter envoyoit encore à ce Satellite une chaleur $1567 \frac{19}{100}$ fois plus grande que celle du Soleil , parce que la chaleur propre de Jupiter n'avoit encore diminué que de $22 \frac{3}{4}$ à $20 \frac{1}{4}$.

En suivant la même marche , on voit que la chaleur de Jupiter , qui d'abord étoit 25 , & qui décroît constamment de $2 \frac{1}{4}$ par chaque période de 21621 ans , diminue par conséquent sur ce Satellite de $171 \frac{81}{100}$ pendant chacune de ces périodes ; en sorte qu'après $3 \frac{1}{4}$ périodes environ , cette chaleur envoyée par Jupiter au Satellite , fera à-très-peu-près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais , comme la chaleur du Soleil sur Jupiter & sur ses Satellites , est à celle du Soleil sur la Terre à-peu-près :: 1 : 27 , & que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil , il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre , & cette

derniere chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe, il est évident qu'au bout de $3\frac{1}{4}$ périodes de 21621 ans chacune, c'est-à-dire, au bout de $70268\frac{1}{4}$ ans, la chaleur que Jupiter a envoyée à ce Satellite, a été égale à la chaleur actuelle de la Terre, & que n'ayant plus de chaleur propre, il n'a pas laissé de jouir d'une température égale à celle dont jouit actuellement la Terre, dans l'année 70269 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 4563 ans.

Et comme cette chaleur envoyée par Jupiter, a prolongé le refroidissement de ce Satellite au point de la température actuelle de la Terre, elle le prolongera de même pendant $3\frac{1}{4}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre; en sorte que ce ne fera que dans l'année 140538 de la formation des planètes, que ce Satellite sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du Satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'incan-

descence que de $\frac{25}{676}$, & qu'à la fin de la

1250

premiere période de 21621 ans, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compensa-

tion de $\frac{25}{676}$, & que dès-lors le prolonge-

ment du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil, auroit en effet été de 8 ans $\frac{3}{10}$; mais la chaleur envoyée par Jupiter, dans le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du Satellite : : $70 \frac{405}{676} : 1250$, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil, doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au

lieu d'être $\frac{25}{676}$, elle n'a été que $\frac{25}{679}$ au com-

mencement de cette période, & que cette

compensation qui auroit été $\frac{25}{676}$ à la fin de

cette première période, si l'on ne considé- roit que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, doit être diminuée dans la même raison de 64 à 50, parce que la chaleur en- voyée par Jupiter, étoit encore plus grande que la chaleur propre de ce Satellite dans cette même raison. Dès - lors la compensa- tion à la fin de cette première période, au lieu

d'être $\frac{25}{676}$, n'a été que $\frac{25}{676}$. En ajoutant ces

deux termes de compensation $\frac{25}{676}$ à $\frac{25}{676}$ du

premier & du dernier temps de cette pre-

mière période, on a $\frac{35865}{676}$ ou $\frac{53676}{150548}$ $\frac{3}{10}$

environ, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent

$$\frac{763\frac{1}{6}}{150548\frac{3}{10}}$$

pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{763\frac{1}{6}}{150548\frac{3}{10}} :: 21621$

ans : 4 ans 140 jour. Ainsi le prolongement du refroidissement, par la chaleur du Soleil, au lieu d'avoir été de 8 ans $\frac{3}{10}$, n'a été que de 4 ans 140 jours.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation, dans le temps de l'incan-

cescence, ayant été de $\frac{25}{676}$, fera à la fin $1320\frac{2}{3}$

de $3\frac{1}{4}$ périodes de $\frac{25}{676}$, puisque ce n'est 50

qu'après ces $3\frac{1}{4}$ périodes, que la température de ce Satellite fers égale à la température de la terre. Ajoutant donc ces deux

termes de compensation $\frac{25}{676}$ & $\frac{25}{676}$ du premier & du dernier temps de ces $3\frac{1}{4}$ périodes, on a $\frac{34261}{676}$ ou $\frac{50\frac{5}{6}}{66032}$, qui multipliés

par $12 \frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $-\frac{63\frac{5}{2}}{603\frac{1}{2}}$ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil, pendant les $3 \frac{1}{4}$ périodes de 21621 ans chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total des périodes est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{63\frac{5}{2}}{603\frac{1}{2}} : : 70268 \frac{1}{4} : 27$. Ainsi, le prolongement total qu'a fait la chaleur du Soleil, n'a été que de 27 ans, qu'il faut ajouter aux 70268 ans $\frac{1}{4}$; d'où l'on voit que ç'a été dans l'année 70296 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 4536 ans que ce quatrième Satellite de Jupiter jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre; & de même que ce ne sera que dans le double du temps, c'est-à-dire, dans l'année 140592 de la formation des planètes, que sa température sera refroidie au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Faisons maintenant les mêmes recherches sur les temps respectifs du refroidissement des Satellites de Saturne, & du refroidissement de son Anneau. Ces Satellites sont à la vérité si difficiles à voir, que leurs grandeurs relatives ne sont pas bien constatées; mais leurs distances à leur planète principale sont assez bien connues; & il paroît, par les observations des meilleurs Astronomes, que le Satellite le plus voisin de Saturne est aussi le plus petit de tous; que le second n'est guère plus gros que le premier, le troisième un peu plus grand; que le quatrième

paroît le plus grand de tous, & qu'enfin le cinquième paroît tantôt plus grand que le troisième, & tantôt plus petit; mais cette variation de grandeur dans ce dernier Satellite n'est probablement qu'une apparence dépendante de quelques causes particulières qui ne changent pas sa grandeur réelle, qu'on peut regarder comme égale à celle du quatrième, puisqu'on l'a vu quelquefois surpasser le troisième.

Nous supposons donc que le premier & le plus petit de ces Satellites est gros comme la Lune; le second grand comme Mercure; le troisième grand comme Mars; le quatrième & le cinquième grands comme la Terre; & prenant les distances respectives de ces Satellites à leur planète principale, nous verrons que le premier est environ à 66 mille 900 lieues de distance de Saturne; le second à 85 mille 450 lieues, ce qui est à-peu-près la distance de la Lune à la Terre; le troisième à 120 mille lieues; le quatrième à 278 mille lieues, & le cinquième à 808 mille lieues, tandis que le Satellite le plus éloigné de Jupiter n'en est qu'à 398 mille lieues.

Saturne a donc une vitesse de rotation plus grande que celle de Jupiter, puisque, dans l'état de liquéfaction, sa force centrifuge a projeté des parties de sa masse à plus du double de la distance à laquelle la force centrifuge de Jupiter a projeté celles qui forment son Satellite le plus éloigné.

Et ce qui prouve encore que cette force

centrifuge , provenant de la vitesse de rotation , est plus grande dans Saturne que dans Jupiter , c'est l'Anneau dont il est environné , & qui , quoique fort mince , suppose une projection de matiere encore bien plus considerable que celle des cinq Satellites pris ensemble. Cet Anneau concentrique à la surface de l'équateur de Saturne n'en est éloigné que d'environ 55 mille lieues ; sa forme est celle d'une zone assez large , un peu courbée sur le plan de sa largeur , qui est d'environ un tiers du diamètre de Saturne , c'est-à-dire , de plus de 9 mille lieues ; mais cette zone de 9 mille lieues de largeur n'a peut-être pas 100 lieues d'épaisseur ; car lorsque l'Anneau ne nous présente exactement que sa tranche , il ne réfléchit pas assez de lumiere pour qu'on puisse l'appercevoir avec les meilleures lunettes ; au lieu qu'on l'apperçoit pour peu qu'il s'incline ou se redresse , & qu'il découvre en conséquence une petite partie de sa largeur : or cette largeur vue de face étant de 9 mille lieues , ou plus exactement de 9 mille 110 lieues , seroit d'environ 4 mille 555 lieues vue sous l'angle de 45 degrés , & par conséquent d'environ 100 lieues vue sous un angle d'un degré d'obliquité ; car on ne peut guere présumer qu'il fût possible d'appercevoir cet Anneau s'il n'avoit pas au moins un degré d'obliquité , c'est-à-dire , s'il ne nous présentoit pas une tranche au moins égale à une 90e. partie de sa largeur ; d'où je conclus que son épaisseur doit être égale à cette 90e. partie qui équivaut à-peu-près à 100 lieues.

Il est bon de supputer, avant d'aller plus loin, toutes les dimensions de cet Anneau, & de voir quelle est la surface & le volume de la matiere qu'il contient.

Sa largeur est de 9 mille 110 lieues.

Son épaisseur supposée de 100 lieues.

Son diamètre intérieur de 191 mille 296 lieues.

Son diamètre extérieur, c'est-à-dire, y compris les épaisseurs, de 191 mille 496 lieues.

Sa circonférence intérieure de 444 mille 73 lieues.

Sa circonférence extérieure de 444 mille 701 lieues.

Sa surface concave de 4 milliards 455 millions 5 mille 30 lieues quarrées.

Sa surface convexe de 4 milliars 512 millions 226 mille 110 lieues quarrées.

La surface de l'épaisseur en dedans, de 44 millions 407 mille 300 lieues quarrées.

La surface de l'épaisseur en dehors, de 44 millions 470 mille 100 lieues quarrées.

Sa surface totale de 8 milliars 185 millions 608 mille 340 lieues quarrées.

Sa solidité de 404 milliars 836 millions 557 mille lieues cubiques.

Ce qui fait environ trente fois autant de volume de matiere qu'en contient le globe terrestre, dont la solidité n'est que de 12 milliars 365 millions 103 mille 160 lieues

cubiques. Et en comparant la surface de l'Anneau à la surface de la Terre, on verra que celle-ci n'étant que de 25 millions 772 mille 725 lieues quarrées, celle de toutes les faces de l'Anneau étant de 8 milliars 185 millions 608 mille 540 lieues, elle est par conséquent plus de 217 fois plus grande que celle de la Terre; en sorte que cet Anneau, qui ne paroît être qu'un volume anormal, un assemblage de matiere sous une forme bizarre, peut néanmoins être une Terre dont la surface est plus de 300 fois plus grande que celle de notre globe, & qui, malgré son grand éloignement du Soleil, peut cependant jouir de la même température que la Terre.

Car si l'on veut rechercher l'effet de la chaleur de Saturne & de celle du Soleil sur cet Anneau, & reconnoître les temps de son refroidissement par la déperdition de sa chaleur propre, comme nous l'avons fait pour la Lune & pour les Satellites de Jupiter, on verra que n'ayant que 100 lieues d'épaisseur, il se feroit consolidé jusqu'au milieu ou au centre de cette épaisseur en 101 ans $\frac{1}{2}$ environ, si sa densité étoit égale à celle de la Terre; mais comme la densité de Saturne & celle de ses Satellites & de son Anneau, que nous supposons la même, n'est à la densité de la Terre que :: 184 : 1000; il s'ensuit que l'anneau au lieu de s'être consolidé jusqu'au centre de son épaisseur en 101 ans $\frac{1}{2}$, s'est réellement consolidé en 18 ans $\frac{17}{25}$. Et de même on verra que cet Anneau auroit dû se refroidir au point de pouvoir le

toucher en 1183 ans $\frac{20}{143}$, si sa densité étoit égale à celle de la Terre; mais comme elle n'est que 184 au lieu de 1000, le temps du refroidissement au lieu d'être de 1183 ans $\frac{20}{143}$, n'a été que de 217 ans $\frac{787}{1000}$, & celui du refroidissement à la température actuelle, au lieu d'être de 1958 ans, n'a réellement été que de 360 ans $\frac{7}{5}$, abstraction faite de toute compensation, tant par la chaleur du Soleil que par celle de Saturne dont il faut faire l'évaluation.

Pour trouver la compensation par la chaleur du Soleil, nous considérerons que cette chaleur du Soleil sur Saturne, sur ses Satellites & sur son Anneau, est à très peu près égale, parce que tous sont à très peu près également éloignés de cet astre; or cette chaleur du Soleil que reçoit Saturne est à celle que reçoit la Terre :: 100 : 9025, ou :: 4 : 361. Dès-lors la compensation qu'a faite la chaleur du Soleil lorsque l'Anneau a été refroidi à la température actuelle de la Terre, au lieu d'être $\frac{1}{50}$, comme sur la Terre,

n'a été que $\frac{4}{361}$, & dans le temps de l'incan-

descence cette compensation n'étoit que $\frac{4}{361}$.

Ajoutant ces deux termes du premier & du dernier temps de cette période de 360 ans $\frac{7}{5}$,

on aura $\frac{104}{361}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié

de la somme de tous les termes, donnent $\frac{1300}{361}$
1250

ou $3^{\frac{217}{1}}$ pour la compensation totale qu'a
1250

faite la chaleur du Soleil dans les 360 ans $\frac{7}{25}$
de la première période. Et comme la perte
totale de la chaleur propre est à la compen-
sation totale en même raison que le temps
total de la période est à celui du prolonge-

ment du refroidissement, on aura 25 : $3^{\frac{217}{1}}$
1250

: : 360 $\frac{7}{25}$: $1625^{\frac{19}{25}}$ ans ou 15 jours environ, dont
25

le refroidissement de l'Anneau a été prolongé,
par la chaleur du Soleil, pendant cette pre-
mière période de 360 ans $\frac{7}{25}$.

Mais la compensation, par la chaleur du
Soleil, n'est, pour ainsi dire, rien en compa-
raison de celle qu'a faite la chaleur de Sa-
turne. Cette chaleur de Saturne dans le temps
de l'incandescence, c'est-à-dire, au commen-
cement de la période, étoit 25 fois plus gran-
de que la chaleur actuelle de la Terre, &
n'avoit encore diminué au bout de 360 ans $\frac{7}{25}$,
que de 25 à 24 $\frac{211}{215}$ environ. Or cet Anneau
est à 4 demi-diamètres de Saturne, c'est-à-
dire, à 54 mille 656 lieues de distance de sa
planète, tandis que sa distance au Soleil est
de 313 millions 500 mille lieues, en suppo-
sant 33 millions de lieues pour la distance de
la Terre au Soleil. Dès-lors Saturne, dans

le temps de l'incandescence, & même long-temps & très long-temps après, a fait sur son Anneau une compensation infiniment plus grande que la chaleur du Soleil.

Pour en faite la comparaifon, il faut confidérer que la chaleur croiffant comme le quarré de la diftance diminue, la chaleur envoyée par Saturne à fon Anneau, auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil, comme le quarré de 313500000, eft au quarré de 54656, fi la furface que Saturne préfente à fon Anneau étoit égale à la furface que lui préfente le Soleil; mais la furface de Sa-

turne, qui n'eft dans le réel que $90\frac{1}{4}$ — —

de celle du Soleil, paroît néanmoins à fon Anneau bien plus grande que celle de cet aftre dans la raifon inverfe du quarré des diftances, on aura donc $(54656)^2 : (313500000)^2$

$90\frac{1}{4} : 259332$ environ; donc la furface

que Saturne préfente à fon Anneau eft 259332 fois plus grande que celle que lui préfente le Soleil; ainfi Saturne, dans le temps de l'incandescence, étoit pour fon Anneau un aftre de feu 259332 fois plus étendu que le Soleil; mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de

l'anneau n'étoit que $\frac{4}{361}$, lorsqu'au bout de

360 ans $\frac{7}{25}$, il fe feroit refroidi à la tempéra-

ture actuelle de la terre, & que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation, par la chaleur du Soleil, n'étoit que

$$\frac{4}{361} \\ 1250$$

$$\frac{4}{361} \text{ ou } \frac{2873\frac{1}{2}}{1250} \text{ environ pour la compen-}$$

sation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période, dans le

temps de l'incandescence, & $\frac{2873\frac{1}{2}}{50}$ pour la

compensation que Saturne auroit faite à la fin de cette même période de 360 ans $\frac{7}{25}$, s'il eût conservé son état d'incandescence. Mais, comme sa chaleur propre a diminué de 25 à 24 $\frac{211}{215}$ pendant cette période de 360 ans $\frac{7}{25}$ la compensation à la fin de cette pé-

riode au lieu d'être $\frac{2873\frac{1}{2}}{50}$ n'a été que

$$2867\frac{1}{3}$$

— . Ajoutant ces deux termes $\frac{2867\frac{1}{3}}{50}$ &

$$\frac{2873\frac{1}{2}}{50}$$

— du premier & du dernier temps de

cette première période de 360 ans $\frac{7}{25}$, on

aura $\frac{74556\frac{5}{6}}{1250}$ qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié

de la somme de tous les termes, donnent

$$\frac{931960\frac{5}{12}}{1250}$$

ou $745\frac{71}{125}$ environ pour la com-

1250
pensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur son Anneau pendant cette première période de $360\text{ ans}\frac{7}{25}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : 745\frac{71}{125} :: 360\frac{7}{25} : 10752\frac{13}{25}$ environ. Ainsi, le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de son Anneau pendant cette première période, a été d'environ $10752\text{ ans}\frac{13}{25}$, tandis que la chaleur du Soleil ne l'a prolongé, pendant la même période, que de 15 jours. Ajoutant ces deux nombres aux $360\text{ ans}\frac{7}{25}$ de la période, on voit que c'est dans l'année 11113 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 63719 ans que l'Anneau de Saturne auroit pu se trouver au même degré de température dont jouit aujourd'hui la Terre, si la chaleur de Saturne, surpassant toujours la chaleur propre de l'Anneau, n'avoit pas continué de la brûler pendant plusieurs autres périodes de temps.

Car le moment où la chaleur envoyée par Saturne à son Anneau, étoit égale à la chaleur propre de cet Anneau, s'est trouvé dès le temps de l'incandescence où cette chaleur envoyée par Saturne étoit plus forte, que la chaleur propre de l'Anneau dans le rapport de $2873\frac{1}{2}$ à 1250.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de l'Anneau a été au-dessous de celle que lui en-

voyoit Saturne dès le temps de l'incandescence, & que dans ce même temps, Saturne ayant envoyé à son Anneau une chaleur 259332 fois plus grande que celle du Soleil; il lui envoyoit encore à la fin de la première période de 360 ans $\frac{7}{25}$, une chaleur 258608 $\frac{7}{25}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 24 $\frac{40}{43}$; & au bout d'une seconde période de 360 ans $\frac{7}{25}$, c'est-à-dire, après la déperdition de la chaleur propre de l'Anneau, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Saturne envoyoit encore à son Anneau une chaleur 257084 $\frac{14}{25}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 24 $\frac{40}{43}$ à 24 $\frac{37}{43}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, & qui décroît constamment de $\frac{3}{43}$ par chaque période de 360 ans $\frac{7}{25}$, diminue par conséquent sur l'Anneau, de 723 $\frac{18}{25}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 351 périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son Anneau, sera encore à très peu-près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais, comme la chaleur du Soleil, tant sur Saturne que sur ses Satellites & sur son Anneau, est à celle du Soleil sur la Terre à-peu-près :: 1 : 90, & que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil; il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil en-
voit

voie sur la Terre ; & cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre , il est évident qu'au bout de 351 périodes de 360 ans $\frac{7}{25}$ chacune , c'est-à-dire , au bout de 126458 ans , la chaleur que Saturne enverra encore à son Anneau , sera égale à la chaleur actuelle de la Terre , & que n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très long temps , cet Anneau ne laissera pas de jouir encore alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne , aura prodigieusement prolongé le refroidissement de son Anneau au point de la température actuelle de la Terre , elle le prolongera de même pendant 351 autres périodes , pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre ; en sorte que ce ne sera que dans l'année 252916 de la formation des planètes , que l'Anneau de Saturne sera refroidi à un 25 de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil , relativement à la compensation qu'elle a dû faire à la diminution de la température de l'Anneau dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre de l'Anneau , cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation , dans le temps de l'incandescen-

ce , que de $\frac{4}{361}$, & qu'à la fin de la pre-

1250

mière période, qui est de 360 ans $\frac{4}{25}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une com-

penstation de $\frac{4}{361}$; & que dès-lors le pro-

longement du refroidissement par l'acception de cette chaleur du Soleil auroit en effet été de 15 jours; mais la chaleur envoyée par Saturne, dans le temps de l'incandescence, étant à la chaleur porpre de l'Anneau : : $2873 \frac{1}{2}$: 1250; il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil doit être diminuée dans la même raison, en sorte

qu'au lieu d'être $\frac{4}{361}$, elle n'a été que $\frac{4}{4123 \frac{1}{2}}$ au commencement de cette période; & que

cette compensation qui auroit été $\frac{4}{261}$ à la

fin de cette première période, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre de l'Anneau, doit être diminuée dans la raison de $2867 \frac{1}{3}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre de l'anneau dans cette même raison. Dès-lors la compensation à la fin

de cette même période, au lieu d'être $\frac{4}{361}$,

n'a été que $\frac{4}{2917 \frac{1}{3}}$. En ajoutant ces deux ter-

mes de compensation $\frac{4}{4123\frac{1}{2}}$ & $\frac{4}{2917\frac{1}{2}}$ du premier & du dernier temps de cette première

période, on a $\frac{4}{361}$ ou $\frac{4}{78\frac{5}{61}}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur propre pendant cette première période de 360

ans $\frac{7}{25}$, donnent $\frac{975\frac{63}{361}}{12029624}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du

refroidissement on aura $25 : \frac{975\frac{63}{361}}{12029624} :: 360\frac{7}{25}$

: $\frac{351336}{300740600}$, ou :: 360 ans $\frac{7}{25}$: 10 heures 14 minutes. Ainsi le prolongement du refroidissement par la chaleur du Soleil sur l'anneau de Saturne pendant la première période, au lieu d'avoir été de 15 jours, n'a réellement été que de 10 heures 14 minutes.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation, dans le temps de l'incan-

descence, ayant été $\frac{4}{4123\frac{1}{2}}$, fera à la fin de

351 périodes, de $\frac{4}{361}$, puisque ce n'est qu'a-
près ces 351 périodes que la température de
l'anneau sera égale à la température actuelle
de la terre : ajoutant donc ces deux termes

de compensation $\frac{4}{4123\frac{1}{2}}$ & $\frac{4}{50}$ du premier &

du dernier temps de ces 351 périodes, on a
 16514

351 ou $45\frac{2}{3}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$,
 206175 206175

moitié de la somme de tous les termes de la
diminution de la chaleur pendant toutes ces

périodes, donnent $\frac{571}{206175}$ environ pour la

compensation totale, par la chaleur du So-
leil, pendant les 351 périodes de 360 ans,
chacune. Et, comme la diminution tota-
le de la chaleur est à la compensation tota-
le en même raison que le temps total de la
période est au prolongement du refroidisse-

ment on aura $25 : \frac{571}{206175} :: 126458 : 14$ ans.

$\frac{1}{125}$. Ainsi, le prolongement total qu'a faite
& que fera la chaleur du Soleil sur l'An-
neau de Saturne n'est que de 14 ans $\frac{1}{125}$, qu'il
faut ajouter aux 126458 ans. D'où l'on voit
que ce ne sera que dans l'année 126473 de
la formation des planètes que cet Anneau
jouira de la même température dont jouit
aujourd'hui la Terre, & qu'il faudra le dou-

ble du temps, c'est-à-dire, que ce ne sera que dans l'année 252946 de la formation des planètes que la température de l'Anneau de Saturne sera refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Pour faire sur les fatellites de Saturne la même évaluation que nous venons de faire sur le refroidissement de son anneau, nous supposerons, comme nous l'avons dit, que le premier de ces fatellites, c'est-à-dire, le plus voisin de Saturne, est de la grandeur de la Lune; le second, de celle de Mercure; le troisième, de la grandeur de Mars; le quatrième & le cinquième de la grandeur de la Terre. Cette supposition, qui ne pourroit être exacte que par un grand hasard, ne s'éloigne cependant pas assez de la vérité pour que dans le réel elle ne nous fournisse pas des résultats qui pourront achever de compléter nos idées sur les temps où la nature a pu naître & périr dans les différens globes qui composent l'Univers solaire.

Partant donc de cette supposition, nous verrons que le premier fatellite étant grand comme la Lune, a dû se consolider jusqu'au centre en 145 ans $\frac{3}{4}$ environ, parce que n'étant que de $\frac{3}{11}$ du diamètre de la Terre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 792 ans $\frac{3}{4}$, s'il étoit de même densité; mais la densité de la Terre étant à celle de Saturne & de ses fatellites :: 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer le temps de la consolidation & du refroidissement dans la même raison, ce qui donne 145 ans $\frac{3}{4}$ pour le temps nécessaire à la consolidation. Il en est de mé-

me du temps du refroidissement au point de pouvoir toucher sans se brûler la surface de ce fatellite, on trouvera par les mêmes règles de proportion qu'il aura perdu assez de sa chaleur propre pour arriver à ce point en 1701 ans $\frac{16}{25}$, & ensuite que par la même déperdition de sa chaleur propre, il se seroit refroidi au point de la température actuelle de la Terre en 3715 ans $\frac{87}{125}$. Or l'action de la chaleur du Soleil étant en raison inverse du quarré de la distance, la compensation que cette chaleur envoyée par le Soleil a faite au commencement de cette premiere période, dans le temps de l'incandescence, a été

$\frac{4}{361}$ & $\frac{4}{361}$ à la fin de cette même période de 3715 ans $\frac{87}{125}$. Ajoutant ces deux termes

$\frac{4}{361}$ & $\frac{4}{361}$ de la compensation dans le premier & dans le dernier temps de cette période,

on a $\frac{104}{361}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$,

moitié de la somme de tous les termes,

donnent $\frac{1300}{361}$ ou $\frac{3217}{1250}$ pour la compensation

totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette premiere période de 3715 ans $\frac{87}{125}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura

$25 : \frac{3^{217}}{361} :: 3715 \text{ ans } \frac{87}{125} : 156 \text{ jours.}$ Ainsi le
1250

prolongement du refroidissement de ce satellite, par la chaleur du Soleil, n'a été que de 156 jours pendant cette première période.

Mais la chaleur de Saturne, qui dans le temps de l'incandescence, c'est-à-dire, dans le commencement de cette première période, étoit 25, n'avoit encore diminué au bout de $3715 \text{ ans } \frac{87}{125}$ que de 25 à $24 \frac{4}{13}$ environ; & comme ce satellite n'est éloigné de Saturne que de 66900 lieues, tandis qu'il est éloigné du Soleil de 313 millions 500 mille lieues, la chaleur envoyée par Saturne à ce premier satellite, auroit été à la chaleur envoyée par le Soleil, comme le quarrée de 313500000 est au quarré 66900, si la surface que Saturne présente à ce satellite étoit égale à la surface que lui présente le Soleil; mais la surface de saturne, qui n'est dans le réel que $\frac{904}{11449}$ de celle du soleil, paroît néanmoins à

ce satellite plus grande que celle de cet astre dans le rapport inverse du quarré des distances; on aura donc $(66900)^2 : (313500000)^2 :: \frac{904}{11449} : 173102$ environ; donc la surface que

saturne présente à son premier satellite étant 173 mille 102 fois plus grande que celle que lui présente le soleil, saturne, dans le temps de l'incandescence, étoit pour ce satellite un astre de feu 173102 fois plus grand que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite,

n'étoit que $\frac{4}{1250} \cdot 361$ dans le temps de l'incandef-

cence , & $\frac{4}{50} \cdot 361$ lorsqu'au bout de 3715 ans $\frac{2}{3}$

il se feroit refroidi à la température actuelle de la terre ; on aura donc 173102 multi-

pliés par $\frac{4}{1250} \cdot 361$ ou $\frac{1918\frac{1}{5}}{1250}$ environ pour la com-

pensation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période ; dans le

temps de l'incandescence , & $\frac{1918\frac{1}{5}}{50}$ pour la

compensation que Saturne auroit fait à la fin de cette même période , s'il eût conservé son état d'incandescence ; mais comme la chaleur propre de Saturne a diminué de 25 à $24 \frac{4}{13}$ environ pendant cette période de 3715 ans $\frac{2}{3}$, la compensation à la fin de cette

période , au lieu d'être $\frac{1918\frac{1}{5}}{50}$, n'a été que $\frac{1865}{50}$

environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{1865}{50}$ &

$\frac{1918\frac{1}{5}}{1250}$ de la compensation du premier & du

dernier temps de cette période , on aura

$\frac{48543\frac{1}{5}}{1250}$, lesquels multipliés par $12 \frac{1}{2}$, moi-

tié.

tié de la somme de tous les termes , don-

606790

ment ——— ou $485 \frac{6}{17}$ environ pour la com-

1250

penstation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur son premier satellite pendant cette premiere période de 3715 ans $\frac{2}{3}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement , on aura $25 : 485 \frac{6}{17} :: 3715 \frac{2}{3} : 72136$ environ. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de son premier satellite pendant cette premiere période de $3715 \frac{2}{3}$, a été de 72136 ans , tandis que la chaleur du soleil ne l'a prolongé pendant la même période que de 156 jours. En ajoutant ces deux termes avec celui de la période , qui est de 3715 ans environ , on voit que ce sera dans l'année 75853 de la formation des planètes c'est-à-dire , dans 1021 ans que ce premier satellite de Saturne pourra jouir de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite , a été égale à sa chaleur propre , s'est trouvé dès le premier moment de l'incandescence ou plutôt ne s'est jamais trouvé , car , dans le temps même de l'incandescence , la chaleur envoyée par Saturne à ce Satellite étoit encore plus grande que la sienne propre , quoiqu'il fût lui-même en incandescence , puisque la compensation que faisoit alors la chaleur de Saturne

1958 $\frac{1}{2}$

à la chaleur propre du satellite étoit — , &

1250

que , pour qu'elle n'eût été qu'égale , il auroit fallu que la température n'eût été que $\frac{1250}{1250}$.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce Satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Saturne dès le moment de l'incandescence , & que dans ce même temps Saturne ayant envoyé à ce Satellite une chaleur 173102 fois plus grande que celle du Soleil , il lui envoyoit encore à la fin de la première période de 3715 ans $\frac{87}{125}$ une chaleur 168308 $\frac{2}{3}$ fois plus grande que celle du Soleil , parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 24 $\frac{4}{13}$; & au bout d'une seconde période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce Satellite , jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre , Saturne envoyoit encore à ce satellite une chaleur 163414 $\frac{4}{5}$ fois plus grande que celle du Soleil , parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 24 $\frac{4}{13}$ à 23 $\frac{8}{13}$.

En suivant la même marche , on voit que la chaleur de Saturne , qui d'abord étoit 25 , & qui décroît constamment de $\frac{2}{13}$ par période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, diminue par conséquent sur ce Satellite de 4893 $\frac{3}{5}$ pendant chacune de ces périodes , en sorte qu'après 33 $\frac{1}{2}$ périodes environ , cette chaleur envoyée par Saturne à son premier Satellite , sera

encore à très peu près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais, comme cette chaleur du Soleil sur Saturne & sur ses fatellites, est à celle du Soleil sur la Terre :: 1 : 90 à très peu près , & que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre : & cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de $33\frac{1}{2}$ périodes de 3715 ans $\frac{87}{125}$ chacune, c'est-à-dire, au bout de 124475 ans $\frac{1}{6}$, la chaleur que Saturne enverra encore à ce Satellite, sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, & que ce fatellite, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très long temps, ne laissera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre.

Et, comme cette chaleur envoyée par Saturne, a prodigieusement prolongé le refroidissement de ce Satellite au point de la température actuelle de la Terre, il le prolongera de même pendant $33\frac{1}{2}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre, en sorte que ce ne sera que dans l'année 248951 de la formation des planètes, que ce premier fatellite de Saturne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la tempé-

rature de ce Satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation, dans le temps de l'incandescence,

que de $\frac{4}{361}$ & qu'à la fin de la première période, qui est de 3715 ans $\frac{87}{125}$, cette même

chaleur du Soleil auroit fait une compensation

de $\frac{4}{361}$; & que dès-lors le prolongement

du refroidissement par l'accession de cette chaleur du Soleil auroit été en effet de 156 jours; mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: 1918 $\frac{1}{5}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du Soleil, doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être

$\frac{4}{361}$, elle n'a été que $\frac{4}{361}$ au commencement de cette période, & que cette com-

penstation qui auroit été $\frac{4}{361}$ à la fin de

cette première période, si on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite doit être diminuée dans la raison de 1865 à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite

dans cette même raison. Dès-lors la compensation à la fin de cette première période, au

lieu d'être $\frac{4}{361}$, n'a été que $\frac{4}{1915}$. En ajoutant

ces deux termes de compensation $\frac{4}{361}$ & $\frac{4}{1915}$

du premier & du dernier temps de cette première période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, on a

$\frac{20332}{361}$ ou $\frac{56116}{6067103}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$,

moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur du satellite pendant cette première période, donnent $\frac{704 \frac{8}{47}}{6067103}$

pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura

$25 : \frac{704 \frac{8}{47}}{6067103} :: 3715 \frac{87}{125} : \frac{2616510 \frac{1}{2}}{151677576}$ ou :

$3715 \text{ ans } \frac{87}{125} : 6 \text{ jours } 7 \text{ heures environ. Ainsi le prolongement du refroidissement, par la chaleur du soleil pendant cette première période, au lieu d'avoir été de } 156 \text{ jours, n'a réellement été que de } 6 \text{ jours } 7 \text{ heures.}$

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que

la compensation, dans le temps de l'incandescence, ayant été, comme nous venons de

le dire, $\frac{4}{361}$, fera à la fin de $33\frac{1}{2}$ périodes $\frac{4}{3168\frac{1}{5}}$

de 3715 ans $\frac{87}{125}$ chacune, de $\frac{4}{361}$, puisque ce n'est qu'après ces $33\frac{1}{2}$ périodes que la température de ce Satellite fera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc

ces deux termes de compensation $\frac{4}{361}$ & $\frac{4}{361}$
 $\frac{4}{3168\frac{1}{5}}$ $\frac{4}{50}$

du premier & du dernier temps des $33\frac{1}{2}$ périodes, on a $\frac{12873}{361}$ ou $\frac{35\frac{2}{3}}{158410}$, qui multipliés

par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur pen-

dant toutes ces périodes, donnent $\frac{445\frac{5}{6}}{158410}$ pour

la compensation totale, par la chaleur du Soleil, pendant les $33\frac{1}{2}$ périodes de 3715 ans $\frac{87}{125}$ chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total des périodes est au prolongement du refroidisse-

ment, on aura $25 : \frac{445\frac{5}{6}}{158410} :: 124475 \text{ ans } \frac{5}{6} : 14$

ans 4 jours environ. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du Soleil ne fera que de 14 ans 4 jours, qu'il faut ajouter aux

124375 ans $\frac{1}{6}$. D'où l'on voit que ce ne sera que sur la fin de l'année 124490 de la formation des planètes que ce Satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, & qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire, 248980 ans à dater de la formation des planètes pour que ce premier Satellite de Saturne puisse être refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Faisant le même calcul pour le second Satellite de Saturne, que nous avons supposé grand comme Mercure, & qui est à 85 mille 450 lieues de distance de sa planète principale, nous verrons que ce Satellite a dû se consolider jusqu'au centre en 178 ans $\frac{3}{5}$, parce que n'étant que de $\frac{1}{3}$ du diamètre de la Terre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 968 ans $\frac{1}{3}$, s'il étoit de même densité; mais comme la densité de la Terre est à la densité de Saturne & de ses Satellites :: 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer les temps de la consolidation & du refroidissement dans la même raison, ce qui donne 178 ans $\frac{3}{25}$ pour le temps nécessaire à la consolidation. Il en est de même du temps du refroidissement au point de toucher sans se brûler la surface du Satellite; on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il s'est refroidi à ce point en 2079 ans $\frac{3}{62}$, & ensuite qu'il s'est refroidi à la température actuelle de la Terre, en 4541 ans $\frac{1}{2}$ environ. Or l'action de la chaleur du Soleil étant en raison inverse du quarré des distances, la compensation étoit au commencement de cette pre-

miere période, dans le temps de l'incandescence,

$\frac{4}{1250}$ & $\frac{4}{50}$ à la fin de cette même période de 4541 ans $\frac{1}{2}$. Ajoutant ces deux

termes $\frac{4}{1250}$ & $\frac{4}{50}$ du premier & du dernier

temps de cette période, on a $\frac{104}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous

les termes, donnent $\frac{1300}{1250}$ ou $3\frac{217}{361}$ pour la

compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette premiere période de 4541 ans $\frac{1}{2}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on

aura $25 : 3\frac{217}{361} :: 4541\frac{1}{2} : 191$ jours. Ainsi le

prolongement du refroidissement de ce Satellite, par la chaleur du soleil, auroit été de 191 jours pendant cette premiere période de 4541 ans $\frac{1}{2}$.

Mais la chaleur de Saturne qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la Terre, n'avoit diminué au bout de 4541 ans $\frac{1}{2}$, que de $\frac{7}{6}$ environ, & étoit encore $24\frac{8}{6}$ à la fin de cette même période. Et ce Satellite n'étant

éloigné que de 85 mille 450 lieues de sa planète principale, tandis qu'il est éloigné du Soleil de 313 millions 500 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Saturne à ce second Satellite, auroit été comme le quarré de 313500000 est au quarré de 85450, si la surface que présente Saturne à ce Satellite étoit égale à la surface que lui présente le Soleil; mais la surface de Saturne qui,

dans le réel, n'est que $\frac{90^{\frac{1}{4}}}{11449}$ de celle du So-

leil, paroît néanmoins plus grande à ce Satellite dans le rapport inverse du quarré des distances. On aura donc $(85450)^2 :$

$(313500000)^2 :: \frac{90^{\frac{1}{4}}}{11449} : 106104$ environ.

Ainsi la surface que présente Saturne à ce Satellite, étant 106 mille 104 fois plus grande que la surface que lui présente le Soleil; Saturne, dans le temps de l'incandescence, étoit pour son second Satellite un astre de feu 106 mille 104 fois plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre du Satellite, dans le

temps de l'incandescence, n'étoit que $\frac{4}{361}$, &c

qu'à la fin de la première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, lorsqu'il se feroit refroidi par la déperdition de sa chaleur propre au point de la température actuelle de la Terre, la com-

penfation par la chaleur du Soleil a été $\frac{4}{361}$.

Il faut donc multiplier ces deux termes de $\frac{50}{1175\frac{2}{3}}$ compensation par 106104, & l'on aura ———

environ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne sur ce Satellite au commencement de cette premiere période, dans

le temps de l'incandescence, & $\frac{1175\frac{2}{3}}{50}$ pour

la compensation que la chaleur de Saturne auroit faite à la fin de cette même période s'il eût conservé son état d'incandescence mais comme la chaleur propre de Saturne a diminué de 25 à 24 $\frac{8}{6}$, pendant cette période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, la compensation à la fin de la

période, au lieu d'être $\frac{1175\frac{2}{3}}{50}$, n'a été que

$1134\frac{17}{40}$

——, environ. Ajoutant ces deux termes

de compensation $\frac{1175\frac{2}{3}}{1250}$ & $\frac{1134\frac{17}{40}}{50}$ du premier &

du dernier temps de la période, on a $\frac{29586\frac{13}{40}}{1250}$,

lesquels multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{69\frac{203}{1250}}{295\frac{3}{4}}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par Saturne à

ce Satellite pendant cette première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : 295 \frac{2}{3} :: 4541 \frac{1}{2} : 53630$ environ. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de ce Satellite, pour cette première période, a été de 53630 ans, tandis que la chaleur du Soleil, pendant le même temps, ne l'a prolongé que de 191 jours. D'où l'on voit, en ajoutant ces temps à celui de la période, qui est de 4541 ans $\frac{1}{2}$, que ç'a été dans l'année 58173 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 16659 ans que ce second Satellite de Saturne jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce Satellite, a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé presque immédiatement après l'incandescence, c'est-à-dire, à $\frac{74}{1175 \frac{2}{3}}$ du

premier terme de l'écoulement du temps de cette première période, qui multipliés par 181 $\frac{3}{8}$, nombre des années de chaque terme de cette période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, donnent 7 ans $\frac{1}{6}$ environ. Ainsi, ç'a été dès l'année 8 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Saturne à son second Satellite, s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce même Satellite.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce Satellite a été au-dessous de celle que lui

envoyoit Saturne dès le temps le plus voisin de l'incandescence, & que, dans le premier moment de l'incandescence, Saturne ayant envoyé à ce Satellite une chaleur 106 mille 104 fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore à la fin de la première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, une chaleur 102 mille 382 $\frac{1}{5}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à 24 $\frac{8}{65}$, & au bout d'une seconde période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce Satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre, Saturne envoyoit encore à ce Satellite une chaleur 98 mille 660 $\frac{2}{3}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de 24 $\frac{8}{65}$ à 23 $\frac{16}{65}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, & qui décroît constamment de $\frac{1}{65}$ par chaque période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, diminue par conséquent sur ce Satellite de 3721 $\frac{4}{5}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 26 $\frac{1}{3}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son second Satellite, sera encore à-peu-près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du Soleil.

Mais comme cette chaleur du Soleil sur Saturne & sur ses Satellites est à celle du Soleil sur la Terre :: 1 : 90 à très peu près, & que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil; il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quan-

tité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre ; & cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre , il est évident qu'au bout de $\frac{1}{3}$ périodes de 4541 ans $\frac{1}{2}$, c'est-à-dire , au bout de 119592 ans $\frac{1}{6}$, la chaleur que Saturne enverra encore à ce Satellite , sera égale à la chaleur actuelle de la Terre , & que ce Satellite , n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très long-temps , ne laissera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre.

Et comme cette chaleur envoyée par Saturne a prodigieusement prolongé le refroidissement de ce Satellite au point de la température de la Terre , il le prolongera de même pendant $26\frac{1}{3}$ autres périodes , pour arriver au point extrême $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre ; en sorte que ce ne fera que dans l'année 239185 de la formation des planètes que ce second Satellite de Saturne , sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil , relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du Satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du Satellite , cette chaleur du soleil n'auroit fait compensation , dans le temps de l'incandesc-

ce , que de $\frac{4}{361}$; & qu'à la fin de la première
1250

période, qui est de 4541 ans $\frac{1}{2}$, cette même chaleur du soleil auroit fait compensation

de $\frac{4}{361}$, & que dès-lors le prolongement du

refroidissement par l'acception de cette chaleur du soleil auroit en effet été de 191 jours; mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du fatellite : : 1175 $\frac{2}{3}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la

même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{4}{361}$,
1250

elle n'a été que $\frac{4}{361}$ au commencement de
2425 $\frac{2}{3}$
cette période, & que cette compensation qui

auroit été $\frac{4}{361}$ à la fin de cette première pé-
50

riode, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du fatellite, doit être diminuée dans la raison de 1134 $\frac{17}{40}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre du fatellite dans cette même raison. Dès-lors la compensation à la fin de cette pre-

mière période au lieu d'être $\frac{4}{361}$, n'a été
50

que $\frac{4}{361}$. En ajoutant ces deux termes de
1184 $\frac{17}{40}$

compensation $\frac{4}{361}$ & $\frac{4}{361}$ du premier & du
 $2425 \frac{2}{3}$ $1184 \frac{17}{40}$
 dernier temps de cette première période, on
 $14440 \frac{11}{30}$ 40
 a $\frac{361}{2873020 \frac{1}{6}}$ ou ——— environ, qui multipliés
 $2873020 \frac{1}{6}$ $2873020 \frac{1}{6}$
 par $12 \frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les
 termes de la diminution de la chaleur, don-
 500

nent ——— pour la compensation totale qu'a
 $2873020 \frac{1}{6}$
 faite la chaleur du soleil pendant cette pre-
 mière période. Et comme la diminution totale
 de la chaleur est à la compensation totale en
 même raison que le temps de la période est
 au prolongement du refroidissement, on
 aura $25 : \frac{500}{2873020} :: 4541 \frac{1}{2} : \frac{227075}{4309530}$ ou ::
 $4541 \frac{1}{2} : 19$ jours environ : ainsi le prolonge-
 ment du refroidissement, par la chaleur du
 soleil, au lieu d'être de 191 jours, n'a réel-
 lement été que de 19 jours environ.

Et pour évaluer en totalité la compensa-
 tion qu'a faite cette chaleur du soleil pen-
 dant toutes les périodes, on trouve que la
 compensation, par la chaleur du soleil, dans
 le temps de l'incandescence, ayant été, com-

me nous venons de le dire, $\frac{4}{361}$, fera à la
 $2425 \frac{2}{3}$
 fin de $26 \frac{1}{3}$ périodes de 4541 ans $\frac{1}{2}$ chacune
 4
 de $\frac{361}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces $26 \frac{1}{3}$

périodes que la température du fatellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compen-

sation $\frac{4}{2425\frac{2}{3}}$ & $\frac{4}{50}$ du premier & du dernier

temps de ces 26 $\frac{1}{2}$ périodes, on a $\frac{9902}{121282}$ ou

$27\frac{1}{361}$

—, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la

somme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant toutes ces périodes,

donnent $\frac{342\frac{313}{613}}{121282}$ pour la compensation totale,

par la chaleur du soleil, pendant les 26 $\frac{1}{2}$ périodes de 4541 ans $\frac{1}{2}$ chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du

refroidissement, on aura $25 : \frac{342\frac{313}{561}}{121282} :: 119592\frac{5}{6}$

: $13\frac{1}{2}\frac{3}{5}$ environ. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du soleil, ne fera que de 13 ans $\frac{1}{2}\frac{3}{5}$, qu'il faut ajouter aux 119492 ans $\frac{5}{6}$; d'où l'on voit que ce ne fera que dans l'année 119607 de la formation des planètes que ce fatellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, & qu'il faudra le double du temps, c'est-à-dire, que ce ne fera que dans l'année 239214 de la formation

mation des planètes que sa température sera refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Faisant les mêmes raisonnemens pour le troisième satellite de Saturne, que nous avons supposé grand comme Mars, & qui est éloigné de Saturne de 120 mille lieues, nous verrons que ce satellite auroit dû se consolider jusqu'au centre en 277 ans $\frac{18}{20}$, parce que n'étant que $\frac{13}{25}$ du diamètre de la terre, il se seroit refroidi jusqu'au centre en 1510 ans $\frac{3}{4}$ s'il étoit de même densité; mais la densité de la terre étant à celle de ce satellite : : 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer le temps de sa consolidation dans la même raison, ce qui donne 277 ans $\frac{12}{20}$ environ. Il en est de même du temps du refroidissement au point de pouvoir, sans se brûler, toucher la surface du satellite; on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il s'est refroidi à ce point en $3244\frac{20}{31}$, & ensuite qu'il s'est refroidi au point de la température actuelle de la terre, en 7083 ans $\frac{11}{15}$ environ. Or l'action de la chaleur du soleil étant en raison inverse du quarré de la distance, la compensation étoit au commencement de cette première période, dans le temps de l'incan-

descence $\frac{4}{371}$ & $\frac{4}{361}$ à la fin de cette même

période de 7083 ans $\frac{11}{15}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier & du

dernier temps de cette période, on a $\frac{104}{361}$ $\frac{1250}{1250}$

qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme

de tous les termes, donnent $\frac{1300}{361}$ ou $3\frac{217}{1250}$ pour

la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période de 7083 ans $\frac{11}{15}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on

aura $25 : \frac{3\frac{217}{1250}}{1250} :: 7083 \text{ ans } \frac{11}{15} : 296 \text{ jours.}$

Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite, par la chaleur du soleil, n'a été que de 296 jours pendant cette première période de 7083 ans $\frac{11}{15}$.

Mais la chaleur de saturne qui, dans le temps de l'incandescence, étoit 25, avoit diminué au bout de la période de 7083 ans $\frac{11}{15}$ de 25 à $23\frac{41}{65}$; & comme ce satellite est éloigné de saturne de 120 mille lieues, & qu'il est distant du soleil de 313 millions 500 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par saturne à ce satellite, auroit été comme le quarré de 313500000 est au quarré de 120000, si la surface que présente saturne à ce satellite, étoit égale à la surface que lui présente le soleil; mais la surface de saturne

n'étant dans le réel que $\frac{90^4}{11449}$ de celle du soleil, paroît néanmoins à ce satellite plus

grande que celle de cet astre dans le rapport inverse du quarré des distances ; on aura donc

$$(120000)^2 : (313500000)^2 : \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 53801$$

environ. Donc la surface que saturne présente à ce satellite est 53801 fois plus grande que celle que lui présente le soleil ; ainsi saturne, dans le temps de l'incandescence, étoit pour ce satellite un astre de feu 53801 plus grand que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil, à la perte de la chaleur propre de

ce satellite, étoit $\frac{4}{\frac{361}{1250}}$, lorsqu'au bout de

7083 ans $\frac{2}{3}$, il se feroit, comme mars, refroidi à la température actuelle de la terre ; & que dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du soleil n'étoit que de

$\frac{4}{\frac{361}{1250}}$, on aura donc 53801 multipliés par

$\frac{4}{\frac{361}{1250}}$ ou $596\frac{48}{361}$ pour la compensation qu'a

faite la chaleur de saturne au commencement de cette période, dans le temps de

l'incandescence, & $596\frac{48}{361}$ pour la compen-

sation à la fin de cette même période, si saturne eût conservé son état d'incandes-

cence ; mais comme la chaleur propre a diminué de 25 à $23 \frac{41}{65}$ environ , pendant cette période de $7083 \text{ ans} \frac{2}{3}$, la compensation à la fin de cette période , au lieu d'être $\frac{5963 \frac{48}{50}}{50}$,

n'a été que de $\frac{563 \frac{1}{2}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{563 \frac{1}{2}}{50}$ & $\frac{5963 \frac{48}{50}}{1250}$ du premier & du dernier temps de cette période , on aura $\frac{14683 \frac{57}{1250}}{1250}$ en-

viron , lesquels multipliés par $12 \frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes , donnent $\frac{1835 \frac{45}{1250}}{1250}$ environ ou $146 \frac{5}{6}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de saturne sur ce troisième satellite pendant cette première période de $7083 \text{ ans} \frac{11}{15}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement , on aura $25 : 146 \frac{5}{6} :: 7083 \frac{2}{3} : 41557 \frac{1}{2}$ environ . Ainsi le temps dont la chaleur de saturne a prolongé le refroidissement de son troisième satellite pendant cette période de $7083 \text{ ans} \frac{2}{3}$, a été de $41557 \text{ ans} \frac{1}{2}$, tandis que la chaleur du soleil ne l'a prolongé pendant ce même temps que de 296 jours . Ajoutant ces deux temps à celui de la période de $7083 \text{ ans} \frac{2}{3}$, on voit que ce feroit dans l'année 48643 de la formation des planètes , c'est-à-dire , il y a 26189 ans que ce troisième satellite de saturne auroit joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre .

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce Satellite a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé au $2 \frac{1}{11}$ terme environ de l'écoulement du temps de cette première période, lequel multiplié par $283 \frac{1}{3}$, nombre des années de chaque terme de la période de $7083 \frac{2}{3}$, donne 630 ans $\frac{1}{3}$ environ; ainsi, ç'a été dès l'année 631 de la formation des planètes, que la chaleur envoyée par Saturne à son troisième Satellite, s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce même Satellite.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce Satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Saturne dès l'année 631 de la formation des planètes; & que Saturne ayant envoyé à ce Satellite une chaleur 53801 fois plus grande que celle du Soleil, il lui envoyoit encore à la fin de la première période de $7083 \frac{2}{3}$, une chaleur $50854 \frac{2}{15}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit diminué que de 25 à $23 \frac{41}{65}$ environ. Et au bout d'une seconde période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce Satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre; Saturne envoyoit encore à ce Satellite une chaleur $47907 \frac{12}{23}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de $23 \frac{41}{65}$ à $22 \frac{17}{65}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, & qui décroît constamment de $1 \frac{24}{65}$ par chaque période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, diminue par consé-

quent sur ce Satellite de $2946\frac{3}{4}$ pendant chacune de ces périodes, en sorte qu'après $15\frac{3}{4}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son troisième Satellite, sera encore 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais, comme cette chaleur du soleil sur Saturne & sur ses Satellites est à celle du Soleil sur la Terre :: 1 : 90 à très peu-près, & que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du Soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité de chaleur 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le Soleil envoie sur la Terre; cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de $15\frac{3}{4}$ périodes de 7083 ans $\frac{2}{3}$, c'est-à-dire, au bout de 111567 ans, la chaleur que Saturne enverra encore à ce Satellite sera égale à la chaleur actuelle de la Terre, & que ce Satellite n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très long-temps, ne laissera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre.

Et, comme cette chaleur envoyée par Saturne a très considérablement prolongé le refroidissement de ce Satellite au point de la température actuelle de la Terre, il le prolongera de même pendant $15\frac{3}{4}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la Terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 223134 de la formation des planètes que ce troisième Satellite de Saturne fera refroidi.

à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du Satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du Satellite, cette chaleur du Soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'incandescence

que de $\frac{4}{361}$, & qu'à la fin de la première

1250

période, qui est de 7083 ans $\frac{2}{3}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait une compensa-

tion de $\frac{4}{361}$; & que dès-lors le prolonge-

50

ment du refroidissement, par l'accession de cette chaleur du Soleil, auroit en effet été de 296 jours. Mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du Satellite :

: 596 $\frac{48}{361}$: 1250, il s'ensuit que la com-

penstation faite par la chaleur du So-

Soleil doit être diminuée dans la même rai-

son; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{4}{361}$, elle n'a

1250

été que $\frac{4}{361}$ au commencement de cette pé-

1846 $\frac{48}{361}$

riode, & que cette compensation, qui au-

roit été $\frac{4}{361}$ à la fin de cette période; si

l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du fatellite, doit être diminuée dans la raison de $563 \frac{1}{2}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre de ce Satellite dans cette même raison. Dès-lors la compensation à la fin de cette pre-

miere période au lieu d'être $\frac{4}{361}$ n'a été que $\frac{4}{50}$

$\frac{4}{361}$. En ajoutant ces deux termes de com-

penstation $\frac{4}{361}$ & $\frac{4}{361}$ du premier & du

dernier temps de cette premiere période, on a $\frac{9838}{361}$ ou $\frac{27\frac{1}{4}}{1132602}$, qui multipliés par 12

$\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{340\frac{5}{8}}{1132602}$ pour la compensation totale

qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette premiere période. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{340\frac{5}{8}}{1132602} :: 7083 \frac{2}{3} :$

$\frac{2412878\frac{3}{4}}{28315050}$, ou $7083 \frac{2}{3}$ ans : 31 jours environ.

viron. Ainsi, le prolongement du refroidissement, par la chaleur du Soleil, au lieu d'avoir été de 296 jours, n'a réellement été que de 31 jours.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du Soleil pendant toutes ces périodes, on trouvera que la compensation, par la chaleur du Soleil, dans le temps de l'incandescence, ayant été,

comme nous venons de le dire, $\frac{4}{361}$, fera $\frac{4}{1846\frac{48}{361}}$,

à la fin de $15\frac{3}{4}$ périodes de 7083 ans $\frac{2}{3}$ cha-

cune, de $\frac{4}{361}$, puisque ce n'est qu'après ces 50

$15\frac{3}{4}$ périodes, que la température du Satellite sera égale à la température actuelle de la Terre. Ajoutant donc ces deux termes de

compensation $\frac{4}{361}$ & $\frac{4}{361}$ du premier & du $\frac{4}{1846\frac{48}{361}}$ 50

dernier temps de ces $15\frac{3}{4}$ périodes, on a

$\frac{75849}{361}$ ou $\frac{21\frac{3}{24}}{92306\frac{3}{2}}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, $92306\frac{3}{2}$

moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant les $15\frac{3}{4}$ périodes de

7083 ans $\frac{2}{3}$ chacune, donnent $\frac{262\frac{1}{8}}{92306\frac{3}{2}}$ pour

la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en

même raison que le temps total des périodes est au prolongement du refroidissement, on

$262\frac{1}{8}$

aura 25 : ——— : : 111567 ans : 12 ans

$92306\frac{1}{2}$

254 jours. Ainsi, le prolongement total que fera la chaleur du Soleil pendant toutes ces périodes, ne fera que de 12 ans 254 jours qu'il faut ajouter aux 111567 ans; d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 111580 de la formation des planètes que ce Satellite jouira réellement de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, & qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire, que ce ne sera que dans l'année 223160 de la formation des planètes que sa température pourra être refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Faisant les mêmes raisonnemens pour le quatrième satellite de Saturne, que nous avons supposé grand comme la Terre, on verra qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 534 ans $\frac{13}{25}$, parce que ce satellite étant égal au globe terrestre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 2905 ans, s'il étoit de même densité, mais la densité de la Terre étant à celle de ce Satellite :: 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer le temps de la consolidation dans la même raison, ce qui donne 534 ans $\frac{13}{25}$. Il en est de même du temps du refroidissement au point de toucher, sans se brûler, la surface du satellite; on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il s'est refroidi à ce point en 6239 ans $\frac{2}{16}$, & ensuite qu'il s'est refroidi à la tempé-

érature actuelle de la Terre en $13624 \frac{2}{3}$. Or l'action de la chaleur du Soleil étant en raison inverse du quarré des distances, la compensation étoit au commencement de cette premiere période, dans le temps de l'incan-

descence, $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette même période de $13624 \frac{2}{3}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ & $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier & du dernier

temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui multipliés par $12 \frac{1}{2}$, moitié de la somme de

tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{2}{3}\frac{17}{61}}{1250}$

pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette période de 13624 ans $\frac{2}{3}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura

$25 : \frac{3\frac{2}{3}\frac{17}{61}}{1250} :: 13624 \frac{2}{3} : 1 \frac{14}{25}$ environ. Ainsi

le prolongement du refroidissement de ce satellite, par la chaleur du soleil, n'a été que de 1 an $\frac{14}{25}$ pendant cette premiere période de $13624 \frac{2}{3}$.

Mais la chaleur du Saturne qui, dans le temps de l'incandescence, étoit vingt-cinq fois plus grande que la chaleur de la température actuelle de la Terre, n'avoit en-

core diminué au bout de cette période de 13624 $\frac{2}{3}$ que de 25 à 22 $\frac{12}{65}$ environ. Et comme ce fatellite est à 278 mille lieues de distance de Saturne, & à 313 millions 500 mille lieues de distance du Soleil, la chaleur envoyée par Saturne, dans le temps de l'incandescence, auroit été en raison du quarré de 313500000, est au quarré de 278000, si la surface que présente Saturne à son quatrième fatellite, étoit égale à la surface que lui présente le Soleil; mais la surface de

Saturne n'étant dans le réel que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de

celle du Soleil, paroît néanmoins à ce fatellite plus grande que celle de cet astre, dans la raison inverse du quarré des distances; ainsi l'on aura $(278000)^2 (313500000)^2 ::$
 $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$

— : 10024 $\frac{1}{2}$ environ. Donc la surface que

présente Saturne à ce fatellite, est 10024 $\frac{1}{2}$ fois plus grande que celle que lui présente le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de ce fatellite

n'étoit que $\frac{4}{361}$, lorsqu'au bout de 13624

ans, il se feroit refroidi comme la terre au point de la température actuelle, & que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du soleil n'a été que

$\frac{4}{361}$, on aura donc 10024 $\frac{1}{2}$ multipliés par
 1250

$\frac{361}{1250}$ ou $\frac{111\frac{27}{361}}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de saturne au commencement de cette période, dans le temps de l'incandescence, & $\frac{111\frac{27}{361}}{50}$ pour la compen-

sation que la chaleur de saturne auroit faite à la fin de cette même période, s'il eût conservé son état d'incandescence; mais comme la chaleur propre de saturne a diminué de 25 à $22\frac{19}{63}$ environ pendant cette période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, la compensation à la fin de cette

période, au lieu d'être $\frac{111\frac{27}{361}}{50}$, n'a été que de $\frac{99\frac{1}{25}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes

$\frac{99\frac{1}{25}}{50}$ & $\frac{111\frac{27}{361}}{1250}$ de la compensation du premier & du dernier temps de cette période,

ou aura $\frac{2587\frac{27}{361}}{1250}$ environ, lesquels multipliés

par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{32531}{1250}$ ou $26\frac{1}{50}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de saturne sur son quatrième satellite pendant cette première période de 13624 ans $\frac{2}{3}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $26\frac{1}{50}$.

: : $13624 \frac{2}{3}$: $14180 \frac{1}{2}$. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de ce satellite, a été de $14180 \frac{1}{2}$ ans environ pour cette première période, tandis que le prolongement de son refroidissement, par la chaleur du soleil, n'a été que de 1 an $\frac{1}{25}$. Ajoutant à ces deux temps celui de la période, on voit que ce seroit dans l'année 27807 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 47025 ans que ce quatrième satellite auroit joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce quatrième satellite, a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé au $11 \frac{1}{4}$ terme environ de cette première période, qui multiplié par 545, nombre des années de chaque terme de cette période, donne 6131 ans $\frac{1}{4}$; en sorte que ç'a été dans l'année 6132 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par saturne à son quatrième satellite, s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce satellite.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit saturne dans l'année 6132 de la formation des planètes, & que saturne ayant envoyé à ce satellite une chaleur $10024 \frac{1}{2}$ fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyoit encore à la fin de la première période de $13624 \frac{2}{3}$ ans une chaleur $8938 \frac{1}{2}$ fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur de saturne n'avoit diminué que de 25 à 22 $\frac{3}{6}$ pendant cette première période. Et au bout d'une seconde période

de 13624 ans $\frac{2}{3}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre, saturne envoyoit encore à ce satellite une chaleur 7853 $\frac{1}{25}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de saturne n'avoit encore diminué que de 22 $\frac{19}{65}$ à 20 $\frac{48}{65}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de saturne, qui d'abord étoit 25, & qui décroît constamment de 2 $\frac{46}{65}$ par chaque période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, diminue par conséquent sur son satellite de 1085 $\frac{18}{25}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après quatre périodes environ, cette chaleur envoyée par saturne à son quatrième satellite, sera encore 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais, comme cette chaleur du soleil sur saturne & sur ses satellites est à celle du soleil sur la terre :: 1 : 90 à très peu près, & que la chaleur de terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité de chaleur 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre. Et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{90}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de quatre périodes de 13624 ans $\frac{2}{3}$ chacune, c'est-à-dire, au bout de 54498 ans $\frac{2}{3}$, la chaleur que saturne a envoyée à son quatrième satellite, étoit égale à la chaleur actuelle de la terre; & que ce satellite, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis long-temps, n'a pas laissé de jouir alors

d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre.

Et comme cette chaleur envoyée par saturne a considérablement prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la terre, il le prolongera de même pendant quatre autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 108997 de la formation des planètes que ce quatrième satellite de saturne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du Soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'auroit fait compensation dans le temps de l'incan-

descence que de $\frac{4}{\frac{361}{1250}}$, & qu'à la fin de la première période, qui est de 13624 ans $\frac{2}{3}$, cette même chaleur du Soleil auroit fait

une compensation de $\frac{4}{\frac{361}{50}}$; & que dès-lors

le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil, auroit en effet été de 1 an 204 jours; mais la chaleur envoyée par saturne, dans le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du satellite :: 111 $\frac{27}{361}$: 1250, il s'ensuit que

la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison ; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{4}{361}$, elle n'a

$$\frac{4}{1250}$$

été que $\frac{4}{361}$ au commencement de cette période, & que cette compensation qui au-

roit été $\frac{4}{361}$ à la fin de cette première pé-

riode, si l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de $99\frac{1}{5}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par saturne, étoit encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès-lors la compensation à la fin de cette

première période, au lieu d'être $\frac{4}{361}$, n'a été

$$\frac{4}{50}$$

que $\frac{4}{361}$. En ajoutant ces deux termes de

$$\frac{4}{149\frac{1}{5}}$$

compensation $\frac{4}{361}$ & $\frac{4}{361}$ du premier & du dernier temps de cette première période, on a

$\frac{361}{203072\frac{1}{11}}$ ou $\frac{16\frac{238}{61}}{203072\frac{1}{11}}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$,

moitié de la somme de tous les termes,

$$208\frac{7}{30}$$

donnent — pour la compensation to-

$$203072\frac{4}{11}$$

tale qu'a pu faire la chaleur du soleil pendant cette première période; & comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 :

$$\frac{203072\frac{4}{11}}{208\frac{7}{10}} :: 13624\frac{2}{3}$$

$$\frac{2837109\frac{5}{6}}{5076809}, \text{ ou } :: 13624 \text{ ans } \frac{2}{3} : 204 \text{ jours environ.}$$

Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite, par la chaleur du soleil, au lieu d'avoir été de 1 an 204 jours, n'a réellement été que de 204 jours.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite la chaleur du soleil pendant toutes ces périodes, on trouvera que la compensation, dans le temps de l'incandescence,

$$\text{ayant été } \frac{4}{1361\frac{27}{100}}, \text{ fera à la fin de quatre pé-$$

$$\text{riodes } \frac{4}{1361\frac{27}{100}}, \text{ puisque ce n'est qu'après ces}$$

quatre périodes que la température de ce satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant ces deux termes

$$\frac{4}{1361\frac{27}{100}} \& \frac{4}{50} \text{ du premier \& du dernier}$$

$$\text{temps de ces quatre périodes, on a } \frac{5644\frac{3}{11}}{68053\frac{4}{9}} \text{ ou}$$

$$\frac{15\frac{22}{100}}{68053\frac{4}{9}}, \text{ qui multipliés par } 12\frac{1}{2}, \text{ moitié de la}$$

somme de tous les termes, donnent $\frac{195\frac{5}{6}}{68053\frac{4}{9}}$ — pour la

compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant les quatre périodes de 13624 ans $\frac{2}{3}$ chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation en même raison que le temps total de ces périodes est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{195\frac{5}{6}}{68053\frac{4}{9}} :: 54498 \text{ ans } \frac{2}{3} : 6 \text{ ans } 87$

jours. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du soleil sur ce satellite ne fera que de 6 ans 87 jours qu'il faut ajouter aux 54498 ans $\frac{2}{3}$; d'où l'on voit que ç'a été dans l'année 54505 de la formation des planètes que ce satellite a joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, & qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire, que ce ne fera que dans l'année 109010 de la formation des planètes, que sa température sera refroidie à $\frac{1}{2\frac{1}{3}}$ de la température actuelle de la terre.

Enfin, faisant le même raisonnement pour le cinquième satellite de saturne, que nous supposerons encore grand comme la terre, on verra qu'il auroit dû se consolider jusqu'au centre en 534 ans $\frac{1}{2}$, se refroidir au point d'en toucher la surface, sans se brûler, en 6239 ans $\frac{9}{16}$, & au point de la température actuelle de la terre en 13624 ans $\frac{2}{3}$; & l'on trouvera de même que le prolongement du refroidissement de ce satellite, par la chaleur du soleil, n'a été que de 1 an 204 jours pour la première période de 13624 ans $\frac{2}{3}$.

Mais la chaleur de saturne qui , dans le temps de l'incandescence , étoit 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la terre , n'avoit encore diminué au bout de cette période de $13624 \frac{2}{3}$ que de 25 à $22 \frac{12}{65}$. Et , comme ce fatellite est à 808 mille lieues de saturne , & à 313 millions 500 mille lieues de distance du soleil , la chaleur envoyée par saturne , dans le temps de l'incandescence , à ce fatellite , auroit été en raison du quarré de 313500000 au quarré de 808000 , si la surface que présente Saturne à son cinquième fatellite , étoit égale à la surface que lui présente le Soleil , mais la surface de saturne n'étant , dans le réel , que $\frac{904}{11449}$ de celle du

Soleil , paroît néanmoins plus grande à ce fatellite que celle de cet astre dans la raison inverse du quarré des distances. Ainsi , l'on aura $(808000)^2 : (313500000)^2 :: \frac{904}{11449} :$

$1186 \frac{2}{3}$. Donc la surface que saturne présente à ce fatellite est $1186 \frac{2}{3}$ fois plus grande que celle que lui présente le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil , à la perte de la cha-

leur propre de ce fatellite , n'étoit que $\frac{4}{361}$

l'orsqu'au bout de $13624 \text{ ans } \frac{2}{3}$, il seroit refroidi , comme la Terre , au point de la température actuelle , & que , dans le temps de l'incandescence , la compensation , par la cha-

leur du soleil n'a été que $\frac{4}{361}$; on aura donc

$1186 \frac{2}{3}$ multipliés par $\frac{361}{1250}$ ou $\frac{13353}{1250}$ pour la compensation dans le temps de l'incandescence, & $\frac{13353}{50}$ pour la compensation à la fin

de cette première période, si Saturne eût conservé son état d'incandescence; mais comme la chaleur propre a diminué de 25 à $23 \frac{12}{65}$ pendant cette période de $13624 \frac{2}{3}$, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{13353}{50}$, n'a été que de $\frac{1137}{50}$ environ. Ajou-

tant ces deux termes $\frac{1137}{50}$ & $\frac{13353}{1250}$ du premier

& du dernier temps de cette période, on aura $\frac{306417}{1250}$, lesquels étant multipliés par $12 \frac{1}{2}$,

moitié de la somme de tous les termes,

donnent $\frac{383216}{1250}$ ou $3 \frac{821}{1250}$ pour la compen-

sation totale qu'a faite la chaleur de Saturne pendant cette première période. Et comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidis-

sement, on aura $25 : 3 \frac{821}{1250} :: 13624 \frac{2}{3} :$

$1670 \frac{43}{50}$. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de ce satellite pendant cette première période de $13624 \frac{2}{3}$, a été de 1670 ans $\frac{43}{50}$, tandis que le prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil, n'a été que de 1 an 204 jours. Ajoutant ces deux temps du prolongement

du refroidissement au temps de la période qui est de 13624 ans $\frac{2}{3}$, on aura 15297 ans 30 jours environ; d'où l'on voit que ce seroit dans l'année 15598 de la formation des planètes, c'est-à-dire, il y a 59534 ans que ce cinquième satellite auroit joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Dans le commencement de la seconde période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, la chaleur de Saturne a fait compensation de $\frac{11\frac{3}{8}}{50}$, & auroit fait à la

fin de cette même période une compensation de $\frac{293\frac{1}{2}}{50}$, si Saturne eût conservé son même

état de chaleur; mais comme sa chaleur propre a diminué pendant cette seconde période de 22 $\frac{1}{6}$ à 20 $\frac{4}{6}$, cette compensation, au lieu d'être $\frac{293\frac{1}{2}}{50}$, n'est que de $\frac{273\frac{3}{8}}{50}$ environ. Ajou-

tant ces deux termes $\frac{11\frac{3}{8}}{50}$ & $\frac{273\frac{3}{8}}{50}$ du premier & du dernier temps de cette seconde période,

on aura $\frac{284\frac{3}{4}}{50}$ à très peu près, qui multipliés

par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent 3559 au 71 $\frac{9}{10}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne pendant cette seconde période. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 71 $\frac{9}{10}$.

$2 : 13624 \frac{2}{3} : 38792 \frac{19}{100}$. Ainsi le prolongement du temps pour le refroidissement de ce fatellite, par la chaleur de Saturne, ayant été de 1670 ans $\frac{43}{80}$ pour la première période, a été de 38792 ans $\frac{19}{100}$ pour la seconde.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne, s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce fatellite, est au $4 \frac{15}{8}$, terme à très peu près de l'écoulement du temps dans cette seconde période, qui multiplié par 545, nombre des années de chaque terme de ces périodes, donnent 2320 ans 346 jours, lesquels étant ajoutés aux 13624 ans 243 jours de la première période, donnent 15945 ans 224 jours. Ainsi ç'a été dans l'année 15946 de la formation des planètes, que la chaleur envoyée par Saturne à ce fatellite, s'est trouvée égale à sa chaleur propre.

Dès-lors on voit que la chaleur propre de ce fatellite a été au-dessous de celle que lui envoyoit Saturne dans l'année 15946 de la formation des planètes, & que Saturne ayant envoyé à ce fatellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur $1186 \frac{2}{3}$ fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyoit encore à la fin de la première période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, une chaleur $1058 \frac{21}{75}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur de Saturne n'avoit diminué que de 25 à $22 \frac{12}{65}$ pendant cette première période; & au bout d'une seconde période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce fatellite, jusqu'à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre, Saturne en-

voyoit encore à ce fatellite une chaleur $929 \frac{1}{15}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avoit encore diminué que de $22 \frac{19}{61}$ à $20 \frac{48}{61}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord étoit 25, & qui décroît constamment de $2 \frac{46}{61}$ par chaque période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, diminue par conséquent sur ce fatellite de $128 \frac{29}{71}$ pendant chacune de ces périodes.

Mais comme cette chaleur du soleil sur Saturne & sur ses fatellites est à celle du soleil sur la terre :: 1 : 90 à très peu près, & que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'il reçoit du soleil, il s'ensuit que jamais Saturne n'a envoyé à ce fatellite une chaleur égale à celle du globe de la terre, puisque, dans le temps même de l'incandescence, cette chaleur envoyée par Saturne n'étoit que $1186 \frac{2}{3}$ fois plus grande que celle du soleil sur Saturne, c'est-à-dire, — $1186 \frac{2}{3}$

ou $13 \frac{17}{90}$ fois plus grande que celle de la chaleur du soleil sur la terre, ce qui

ne fait que $13 \frac{17}{90}$ de la chaleur actuelle du globe de la terre; & c'est par cette raison qu'on

doit s'en tenir à l'évaluation telle que nous l'avons faite ci-dessus dans la première & la seconde période du refroidissement de ce fatellite.

Mais l'évaluation de la compensation faite par la chaleur du soleil doit être faite comme celle

celle des autres fatellites , parce qu'elle dépend encore beaucoup de celle que la chaleur de Saturne a faite sur ce même fatellite dans les différens temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du fatellite , cette chaleur du soleil n'auroit fait compensation , dans le

temps de l'incandescence , que de $\frac{4}{361}$, & $\frac{4}{1250}$

qu'à la fin de cette même période de 13624 ans $\frac{2}{3}$, cette même chaleur du soleil auroit

fait une compensation de $\frac{4}{361}$; & que dès-
 $\frac{4}{50}$

lors le prolongement du refroidissement , par l'accession de cette chaleur du soleil , auroit en effet été de 1 an 204 jours ; mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence , étant à la chaleur propre du fatellite : : 13 $\frac{53}{361}$: 1250 , il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil , doit être diminuée dans la même raison ;

en sorte qu'au lieu d'être $\frac{4}{361}$, elle n'a été
 $\frac{4}{1250}$

que de $\frac{4}{361}$ au commencement de cette pé-
 $\frac{4}{1263\frac{53}{361}}$ riode , & que cette compensation qui auroit

été $\frac{4}{361}$ à la fin de cette première période , si
 $\frac{4}{50}$

l'on ne considéroit que la déperdition de la chaleur propre du fatellite , doit être diminuée dans la même raison de 11 $\frac{33}{50}$ à 50 ,

parce que la chaleur envoyée par Saturne étoit encore plus grande que la chaleur propre du fatellite dans cette même raison. Dès-lors la compensation à la fin de cette première

période, au lieu d'être $\frac{4}{361}$, n'a été que $\frac{4}{61\frac{37}{50}}$;

en ajoutant ces deux termes de compen-

sation $\frac{4}{1263\frac{53}{61}}$ & $\frac{4}{61\frac{37}{50}}$ du premier & du dernier

temps de cette première période, on a $\frac{5299\frac{6}{12}}{77987}$

ou $\frac{14\frac{2}{3}}{77987}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la

somme de tous les termes, donnent $\frac{483\frac{1}{3}}{77987}$ pour

la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement

du refroidissement, on aura $25 : \frac{183\frac{1}{3}}{77987} :: 13624\frac{2}{3}$

: 1 an 186 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce fatellite, par la chaleur du soleil, au lieu d'avoir été de 1 an 204 jours, n'a réellement été que de 1 an 186 jours pendant la première période.

Dans la seconde période, la compensation

étant au commencement $\frac{4}{361}$, fera à la fin $\frac{4}{61\frac{37}{50}}$.

de cette même période $\frac{100}{\frac{361}{60}}$, parce que la

chaleur envoyée par Saturne pendant cette seconde période a diminué dans cette même

raison. Ajoutant ces deux termes $\frac{4}{\frac{361}{60 \frac{37}{50}}}$

$\frac{100}{\frac{361}{60}}$ on a $\frac{6415 \frac{2}{3}}{361}$, qui multipliés par $12 \frac{1}{2}$,

moitié de la somme de tous les termes,

donnent $\frac{80196}{361}$ ou $\frac{222 \frac{54}{361}}{3715}$ pour la compen-

sation totale qu'a pu faire la chaleur du Soleil pendant cette seconde période. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du

refroidissement, ou aura $25 : \frac{222 \frac{54}{361}}{3715} :: 13624$

$2 : 32$ ans 214 jours. Ainsi, le prolongement total, que fera la chaleur du Soleil, fera de 32 ans 214 jours pendant cette seconde période; ajoutant donc ces deux temps, 1 an 186 jours & 32 ans 214 jours du prolongement du refroidissement, par la chaleur du Soleil, pendant la première & la seconde période, aux 1670 ans 313 jours du prolongement, par la chaleur de Saturne, pendant la première période, & aux 38792 ans 69 jours du prolongement, par cette même cha-

leur de Saturne pour la seconde période ; on a pour le prolongement total 40497 ans 52 jours , qui étant joints aux 27249 ans 121 jours des deux périodes , font en tout 67746 ans 173 jours ; d'où l'on voit que ç'a été dans l'année 67747 de la formation des planètes , c'est-à-dire , il y a 7085 ans que ce cinquième Satellite de Saturne a été refroidi au point de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Voici donc , d'après nos hypothèses , l'ordre dans lequel la Terre , les Planètes & leurs Satellites se sont refroidies ou se refroidiront au point de la chaleur actuelle du globe terrestre , & ensuite au point d'une chaleur vingt-cinq fois plus petite que cette chaleur actuelle de la Terre.

REFROIDIES A LA TEMPÉRATURE
ACTUELLE.

REFROIDIES
A $\frac{1}{25}$ de la tem-
pérature ac-
tuelle.

La terre en	74833 a.	En	168123 a.
La Lune en	16409 a.	En	72514 a.
Mercure en	54192 a.	En	187765 a.
Vénus en	91643 a.	En	228540 a.
Mars en	28538 a.	En	60326 a.
Jupiter en	240451 a.	En	483121 a.
Satellites de Jupiter.	Le 1.er. en	222203 a.	En 444406 a.
	Le 2.d. en	193090 a.	En 386180 a.
	Le 3.e. en	176212 a.	En 352424 a.
	Le 4.e. en	70296 a.	En 140542 a.
Saturne en	130721 a.	En	262020 a.
Anneau de Saturne.	en	126473 a.	En 252496 a.
Satellites de Saturne.	Le 1.er. en	124490 a.	En 248980 a.
	Le 2.d. en	119607 a.	En 239214 a.
	Le 3.e. en	111580 a.	En 223160 a.
	Le 4.e. en	54505 a.	En 109010 a.
	Le 5.e. en	15298 a.	En 67747 a.

Et à l'égard de la consolidation de la Terre, des Planètes & de leurs Satellites, & de leur refroidissement respectifs, jusqu'au moment où leur chaleur propre auroit permis de les toucher sans se brûler, c'est-à-dire, sans ressentir de la douleur; nous avons trouvé, qu'abstraction faite de toute compensation, & ne faisant attention qu'à la déperdition de leur chaleur propre, les rapports de leur consolidation jusqu'au centre, & de leur refroidissement au point de pouvoir les toucher, sans se brûler, sont dans l'ordre suivant :

CONSOLIDÉES JUSQU'AU CENTRE.			REFROIDIES A POUVOIR LES TOUCHER.		
	ans			ans.	
La Terre	en 2905		En	33911	
La Lune	en 556		En	6492	
Mercuré	en 1976 $\frac{3}{10}$		En	23054	
Vénus	en 3484 $\frac{22}{25}$		En	40674	
Mars	en 1102 $\frac{18}{25}$		En	12873	
Jupiter	en 9331		En	108922	
Satellites {	Le 1 . en 231 $\frac{43}{125}$		En	2690 $\frac{2}{5}$	
de {	Le 2 . en 282 $\frac{73}{1000}$		En	3300 $\frac{67}{100}$	
Jupiter. {	Le 3 . en 435 $\frac{51}{200}$		En	5149 $\frac{21}{200}$	
	Le 4 . en 848 $\frac{1}{4}$		En	9902	
Saturne	en 5078		En	59276	
An. de Saturne. en	18 $\frac{17}{25}$		En	217 $\frac{787}{10000}$	
Satellites {	Le 1 . en 145 $\frac{3}{4}$		En	1701 $\frac{79}{12}$	
de {	Le 2 . en 178 $\frac{3}{25}$		En	2079 $\frac{35}{62}$	
	Le 3 . en 277 $\frac{19}{20}$		En	3244 $\frac{20}{31}$	
Saturne {	Le 4 . en 534 $\frac{3}{25}$		En	6239 $\frac{9}{15}$	
	Le 5 . en 534 $\frac{13}{25}$		En	6239 $\frac{9}{25}$	

Ces rapports , quoique moins précis que ceux du refroidissement à la température actuelle , le sont néanmoins assez pour notre objet , & c'est par cette raison que je n'ai pas cru devoir prendre la même peine pour faire l'évaluation de toutes les compensations que la chaleur du Soleil , aussi-bien que celle de la Lune , & celle des Satellites de Jupiter & de Saturne , ont pu faire à la perte de la chaleur propre de chaque planète , pour le temps nécessaire à leur consolidation jusqu'au centre. Comme ces temps ont précédé celui de l'établissement de la Nature vivante , & que les prolongemens produits par les compensations dont nous venons de parler , ne sont pas d'un très grand nombre d'années , cela devient indifférent aux vues que je me propose , & je me contenterai d'établir , par une simple règle de proportion , les rapports de ces prolongemens pour les temps nécessaires à la consolidation des planètes , & à leur refroidissement jusqu'au point de pouvoir les toucher ; par exemple , on trouvera le temps de la consolidation de la Terre jusqu'au centre , en disant , la période de 74047 ans du temps nécessaire pour son refroidissement à la température actuelle (abstraction faite de toute compensation) est à la période de 2905 , temps nécessaire à la consolidation jusqu'au centre (abstraction faite aussi de toute compensation) comme la période 74832 de son refroidissement à la température actuelle , toute compensation évaluée , est à 2936 ans , temps réel de sa consolidation , toute com-

penfation auffi comprise : & de même on dira , la période 74047 du temps néceffaire pour le refroidiffement de le Terre à la température actuelle (abstraction faite de toute compensation) *eft à la période* de 33911 ans , temps néceffaire à fon refroidiffement au point de pouvoir la toucher , (abstraction faite auffi de toute compensation) *comme la période* 74832 de fon refroidiffement à la température actuelle , toute compensation évaluée , *eft à* 34270 ans $\frac{1}{2}$, temps réel de fon refroidiffement jufqu'au point de pouvoir la toucher , toute compensation évaluée.

On aura donc , dans la Table fuivante , l'ordre de ces rapports , que je joints à ceux indiqués ci-devant , pour le refroidiffement à la température actuelle , & à $\frac{1}{35}$ de cette température.

Consolidées jusqu'au centre.	Refroidies à pouvoir les toucher.	Refroidies à la température actuelle.	Refroidies à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
ans	L A T E R R E.		ans
En 2936	En 34270 $\frac{2}{7}$ a.	En 74832 a	En 168123
	L A L U N E.		
En 644	En 7515 a.	En 16409 a	En 72514
	M E R C U R E.		
En 2127	En 24813 a.	En 54192 a	En 187765
	V É N U S.		
En 3596	En 41969 a.	En 91643 a	En 228440
	M A R S.		
En 1130	En 13034 a.	En 28538 a	En 60326
	J U P I T E R		
En 9433	En 110118 a.	En 240451 a	En 483121
	1. ^{er} S A T E L L I T E.		
En 8886	En 101375 a.	En 222203 a	En 444406
	2. ^d S A T E L L I T E.		
En 7496	En 87500 a.	En 193090 a	En 386180
	3. ^e S A T E L L I T E		
En 6821	En 80700 a.	En 176212 a	En 352424
	4. ^e S A T E L L I T E		
En 2758	En 32194 a.	En 70296 a	En 140542
	S A T U R N E		
En 5140	En 59911 a.	En 130821 a	En 262020
	ANNEAU DE SATURNE.		
En 6558	En 76512 a.	En 126473 a	En 252946
	1. ^{er} S A T E L L I T E		
En 4891	En 57011 a.	En 124490 a	En 248980

Consolidées jusqu'au centre.	Refroidies à pouvoir les toucher.	Refroidies à la température actuelle.	Refroidies à $\frac{7}{25}$ de la température actuelle.
ans	2. ^d SATELLITE.		ans
En 468	En 54774 a.	En 119607a	En 239214
	3. ^e SATELLITE.		
En 4533	En 51108 a.	En 1111580a	En 223160
	4. ^e SATELLITE.		
En 2138	En 24962 a.	En 54505a	En 109010
	5. ^e SATELLITE.		
En 600	En 7003 a.	En 15298a	En 67747

Il ne manque à cette Table , pour lui donner toute l'exactitude qu'elle peut comporter , que le rapport des densités des Satellites , à la densité de leur planète principale , que nous n'y avons pas fait entrer , à l'exception de la Lune , où cet élément est employé. Or ne connoissant pas le rapport réel de la densité des Satellites de Jupiter & des Satellites de Saturne à leurs planètes principales , & ne connoissant que la rapport de la densité de la Lune à la Terre , nous nous fonderons sur cette analogie , & nous suppoſerons en conséquence , que le rapport de la densité de Jupiter , ainsi que le rapport de la densité de Saturne , sont les mêmes que celui de la densité de la Terre à la densité de la Lune qui est son Satellite , c'est-à-dire , : : 1000 : 702 ; car il est très naturel d'imaginer , d'après cet exemple que la Lune nous offre , que cette différence entre la densité de la Terre

& de la Lune , vient de ce que ce sont les parties les plus légères du globe terrestre , qui s'en sont séparées dans le temps de la liquéfaction pour former la Lune ; la vitesse de la rotation de la Terre , étant de 9 mille lieues en 23 heures 56 minutes , ou de $6\frac{1}{4}$ lieues par minute , étoit suffisante pour projeter un torrent de la matière liquide la moins dense , qui s'est rassemblé par l'attraction mutuelle de ses parties , à 85 mille lieues de distance , & y a formé le globe de la Lune , dans un plan parallèle à celui de l'Equateur de la Terre. Les Satellites de Jupiter & de Saturne , ainsi que son Anneau , sont aussi dans un plan parallèle à leur équateur , & ont été formés de même par la force centrifuge encore plus grande dans ces grosses planètes que dans le globe terrestre , puisque leur vitesse de rotation est beaucoup plus grande. Et de la même manière que la Lune est moins dense que la Terre dans la raison de 702 à 1000 , on peut présumer que les Satellites de Jupiter & ceux de Saturne , sont moins denses que ces planètes dans cette même raison de 702 à 1000. Il faut donc corriger , dans la Table précédente , tous les articles des Satellites d'après ce rapport , & alors elle se présentera dans l'ordre suivant :

Contolli- dées jus- qu'au cen- tre.	Refroidies à pouvoir les toucher.	Re.roidies à la tempé- rature ac- tuelle.	Refroidie à $\frac{1}{25}$ de 1 ^a température re actuelle.
ans.	LA TERRE.		ans.
En 2936	En 34270 $\frac{1}{2}$ a.	En 74832a	En 168123
	LA LUNE.		
En 644	En 7515 a.	En 16409a	En 72514
	MERCURE.		
En 2127	En 24813 a.	En 54192a	En 187765
	VENUS.		
En 3596	En 41969 a.	En 91643a	En 228540
	MARS.		
En 1130	En 13034 a.	En 28538a	En 60326
	JUPITER.		
En 9433	En 110118 a.	En 240451a	En 483121
	SAT. DE JUPITER.		
1.en 6238	En 71166 a.	En 155986a	En 311973
2.en 5262	En 61425 a.	En 135549a	En 271098
3.en 4788	En 56651 $\frac{2}{5}$ a.	En 123700 $\frac{5}{6}$	En 247401 $\frac{4}{5}$
4.en 1936	En 22600 $\frac{1}{5}$ a.	En 49348a	En 98696
	SATURNE.		
En 5140	En 59911 a.	En 130821a	En 262020
	ANNEAU DE SATURNE.		
En 4604	En 53711 a.	En 88784a	En 177568
	SATEL. DE SATURNE.		
1.en 3433	En 40021 $\frac{2}{5}$ a.	En 87392a	En 174784
2.en 3291	En 38451 $\frac{1}{5}$ a.	En 83964a	En 167928
3.en 3182	En 35878 a.	En 78329a	En 156658
4.en 1502	En 17523 $\frac{1}{5}$ a.	En 38262 $\frac{1}{2}$ a.	En 76525
5.en 421 $\frac{1}{5}$	En 4916 a.	En 10739a	En 47558

En jetant un coup-d'œil de comparaison sur cette Table , qui contient le résultat de nos recherches & de nos hypothèses , on voit :

1^o. Que le cinquième satellite de saturne a été la première terre habitable , & que la Nature vivante n'y a duré que depuis l'année 4916 jusqu'à l'année 47558 de la formation des planètes ; en sorte qu'il y a long-temps que cette planète secondaire est trop froide , pour qu'il puisse y subsister de êtres organisés semblables à ceux que nous connoissons :

2^o. Que la Lune a été la seconde terre habitable , puisque son refroidissement , au point de pouvoir en toucher la surface , s'est fait en 7515 ans , & son refroidissement à la température actuelle , s'étant fait en 16409 ans , il s'ensuit qu'elle a joui d'une chaleur convenable à la Nature vivante , peu d'années après les 7515 ans depuis la formation des planètes , & que par conséquent la Nature organisée a pu y être établie dès ce temps , & que depuis cette année 7515 jusqu'à l'année 72514 , la température de la Lune s'est refroidie jusqu'à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre , en sorte que les êtres organisés n'ont pu y subsister que pendant 60 mille ans tout au plus ; & enfin qu'aujourd'hui , c'est-à-dire , depuis 2318 ans environ , cette planète est trop froide pour être peuplée de plantes & d'animaux :

3^o. Que Mars a été la troisième , terre habitable , puisque son refroidissement , au point de pouvoir en toucher la surface , s'est

fait en 13034 ans , & son refroidissement à la température actuelle , s'étant fait en 28538 ans , il s'ensuit qu'il a joui d'une chaleur convenable à la Nature vivante peu d'années après les 13034 , & que par conséquent la Nature organisée a pu y être établie dès ce temps de la formation des planètes , & que depuis cette année 13034 jusqu'à l'année 60326 , la température s'est trouvée convenable à la nature des êtres organisés , qui par conséquent ont pu y subsister pendant 47292 ans ; mais qu'aujourd'hui cette planète est trop refroidie pour être peuplée depuis plus de 14 mille ans.

4°. Que le quatrième satellite de Saturne a été la quatrième terre habitable , & que la nature vivante y a duré depuis l'année 17523 , & durera tout au plus jusqu'à l'année 76526 de la formation des planètes ; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement (c'est-à-dire en 74832) beaucoup plus froide que la terre , les êtres organisés ne peuvent y subsister que dans un état de langueur , ou même n'y subsistent plus.

5°. Que le quatrième satellite de Jupiter a été la cinquième terre habitable , & que la Nature vivante y a duré depuis l'année 22600 , & y durera jusqu'à l'année 98696 de la formation des planètes ; en sorte que cette planète secondaire est actuellement plus froide que la terre ; mais pas assez néanmoins pour que les êtres organisés ne puissent encore y subsister.

6°. Que Mercure a été la sixième terre habitable , puisque son refroidissement , au

point de pouvoir le toucher, s'est fait en 24 mille 813 ans, & son refroidissement à la température actuelle en 54 mille 192 ans : il s'ensuit donc qu'il a joui d'une chaleur convenable à la nature vivante peu d'années après les 24 mille 813 ans, & que par conséquent la nature organisée a pu y être établie dès ce temps, & que depuis cette année 24813 de la formation des planètes, jusqu'à l'année 187765, sa température s'est trouvée & se trouvera convenable à la nature des êtres organisés, qui par conséquent ont pu & pourront encore y subsister pendant 162 mille 952 ans ; en sorte qu'aujourd'hui cette planète peut être peuplée de tous les animaux & de toutes les plantes qui couvrent la surface de la terre.

7°. Que le globe terrestre a été la septième terre habitable, puisque son refroidissement, au point de pouvoir le toucher, s'est fait en 34 mille 770 ans & demi, & son refroidissement à la température actuelle s'étant fait en 74 mille 832 ans, il s'ensuit qu'il a joui d'une chaleur convenable à la nature vivante peu d'années après les 34 mille 770 ans & demi, & que par conséquent la nature, telle que nous la connoissons, a pu y être établie dès ce temps, c'est-à-dire, il y a quarante mille 62 ans, & pourra encore y subsister jusqu'en l'année 168123, c'est-à-dire, pendant 93 mille 291 ans, à dater de ce jour.

8°. Que le troisième fatellite de Saturne a été la huitième terre habitable, & que la nature vivante y a duré depuis l'année 35878,

& y durera jusqu'à l'année 156638 de la formation des planètes; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement un peu plus chaude que la terre, la nature organisée y est dans sa vigueur, & telle qu'elle étoit sur la terre il y a trois ou quatre mille ans.

9°. Que le second satellite de Saturne a été la neuvième terre habitable, & que la nature vivante y a duré depuis l'année 38451, & y durera jusqu'à l'année 167928 de la formation des planètes; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement plus chaude que la Terre, la Nature organisée y est dans sa pleine vigueur & telle qu'elle étoit sur le globe terrestre il y a huit ou neuf mille ans:

10°. Que le premier satellite de saturne a été la dixième terre habitable, & que la Nature vivante y a duré depuis l'année 40020, & y durera jusqu'à l'année 174784 de la formation des planètes, en sorte que cette planète secondaire étant actuellement considérablement plus chaude que le globe terrestre, la nature organisée y est dans sa première vigueur & telle qu'elle étoit sur la terre il y a douze à treize mille ans:

11°. Que Vénus a été la onzième terre habitable, puisque son refroidissement, au point de pouvoir la toucher, s'est fait en 41 mille 969 ans, & son refroidissement à la température actuelle s'étant fait en 91 mille 643 ans, il s'ensuit qu'elle jouit actuellement d'une chaleur plus grande que celle dont nous jouissons, & à-peu-près semblable à celle

dont jouissoient nos ancêtres , il y a six ou sept mille ans , & que depuis cette année 41969 ou quelque temps après , la Nature organisée a pu y être établie , & que jusqu'à l'année 228540, elle pourra y subsister , en sorte que la durée de la nature vivante , dans cette planète, a été & sera de 186 mille 571 ans.

12°. Que l'Anneau de saturne a été la douzième terre habitable , & que la nature vivante y est établie depuis l'année 53711 & y durera jusqu'à l'année 177568 de la formation des planètes ; en sorte que cet Anneau étant beaucoup plus chaud que le globe terrestre , la nature organisée y est dans sa première vigueur , telle qu'elle étoit sur la terre il y a treize à quatorze mille ans :

13°. Que le troisième satellite de Jupiter a été la treizième terre habitable , & que la nature vivante y est établie depuis l'année 56651 , & y durera jusqu'en l'année 247401 de la formation des planètes ; en sorte que cette planète secondaire étant de beaucoup plus chaude que la terre , la nature organisée ne fait que commencer à s'y établir.

14°. Que Saturne a été la quatorzième terre habitable , puisque son refroidissement au point de pouvoir le toucher , s'est fait en 59 mille 911 ans , & son refroidissement à la température actuelle devant se faire en 130 mille 821 ans , il s'ensuit que la nature vivante a pu y être établie peu de temps après cette année 59911 de la formation des planètes , & que par conséquent elle y a subsisté & pourroit y subsister encore jusqu'en l'année 262020 ; en sorte que la nature vivante y est actuellement dans sa première

vigueur, & pourra durer dans cette grosse planète pendant 262 mille 20 ans.

15°. Que le second fatellite de Jupiter a été la quinzième terre habitable, & que la nature vivante y est établie depuis l'année 61425, c'est-à-dire, depuis 13 mille 407 ans, & qu'elle y durera jusqu'en l'année 271098 de la formation des planètes.

16°. Que le premier fatellite de Jupiter a été la seizième terre habitable, & que la nature vivante y est établie depuis l'année 71166, c'est-à-dire, depuis 3 mille 666 ans, & qu'elle y durera jusqu'en l'année 311973 de la formation des planètes.

17°. Enfin que Jupiter est le dernier des globes planétaires sur lequel la nature vivante pourra s'établir. Nous devons donc conclure, d'après ce résultat général de nos recherches, que des dix-sept corps planétaires, il y en a en effet trois; savoir, le cinquième fatellite de Saturne, la Lune & Mars, où notre nature seroit gelée; un seul, savoir Jupiter, où la nature vivante n'a pu s'établir jusqu'à ce jour, par la raison de la trop grande chaleur encore subsistante dans cette grosse planète; mais que dans les treize autres, savoir, le quatrième fatellite de Saturne, le quatrième fatellite de Jupiter, Mercure, le globe terrestre, le troisième, le second & le premier fatellite de Saturne, Vénus, l'anneau de Saturne, le troisième fatellite de Jupiter, Saturne, le second & le premier fatellite de Jupiter, la chaleur, quoique de degrés très différens, peut néanmoins convenir actuellement à l'existence des êtres organisés; & on peut croire que

tous ces vastes corps sont comme le globe terrestre , couverts de plantes , & même peuplés d'êtres sensibles , à-peu-près semblables aux animaux de la terre. Nous démontrerons ailleurs , par un grand nombre d'observations rapprochées , que dans tous les lieux où la température est la même , on trouve non-seulement les mêmes espèces de plantes , les mêmes espèces d'insectes , les mêmes espèces de reptiles sans les y avoir portées , mais aussi les mêmes espèces de poissons , les mêmes espèces de quadrupèdes , les mêmes espèces d'oiseaux sans qu'ils y soient allés ; & je remarquerai en passant qu'on s'est souvent trompé en attribuant à la migration & au long voyage des oiseaux les espèces de l'Europe qu'on trouve en Amérique ou dans l'orient de l'Asie , tandis que ces oiseaux d'Amérique & d'Asie , tout-à-fait semblables à ceux de l'Europe , sont nés dans leur pays , & ne viennent pas plus chez nous que les nôtres vont chez eux. La même température nourrit , produit par-tout les mêmes êtres ; mais cette vérité générale fera démontrée plus en détail dans quelques-uns des articles suivans.

On pourra remarquer , 1^o. que l'Anneau de Saturne a été presque aussi long-temps à se refroidir aux points de la consolidation & du refroidissement à pouvoir le toucher , que Saturne même , ce qui ne paroît pas vrai ni vraisemblable , puisque cet Anneau est fort mince , & que Saturne est d'une épaisseur prodigieuse en comparaison ; mais il faut faire attention d'abord à l'immense quantité de chaleur que cette grosse planète envoyoit dans les commencemens à son Anneau , &

qui, dans le temps de l'incandescence, étoit plus grande que celle de cet Anneau, quoiqu'il fût aussi lui-même dans cet état d'incandescence, & que par conséquent le temps nécessaire à sa consolidation a dû être prolongé de beaucoup par cette première cause :

2°. Que quoique Saturne fût lui-même consolidé jusqu'au centre en 5 mille 140 ans, il n'a cessé d'être rouge & très brûlant que plusieurs siècles après, & que par conséquent il a encore envoyé dans les siècles postérieurs à sa consolidation, une quantité prodigieuse de chaleur à son Anneau, ce qui a dû prolonger son refroidissement dans la proportion que nous avons établie. Seulement il faut convenir que les périodes du refroidissement de Saturne au point de la consolidation & du refroidissement à pouvoir le toucher sont trop courtes, parce que nous n'avons pas fait l'estimation de la chaleur que son Anneau & ses Satellites lui ont envoyée, & que cette quantité de chaleur que nous n'avons pas estimée, ne laisse pas d'être considérable, car l'Anneau, comme très grand & très voisin, envoyoit à Saturne dans le commencement, non-seulement une partie de sa chaleur propre, mais encore il lui réfléchissoit une grande portion de celle qu'il en recevoit, en sorte que je crois qu'on pourroit, sans se tromper, augmenter d'un quart le temps de la consolidation de Saturne, c'est-à-dire, assigner 6 mille 857 ans pour sa consolidation jusqu'au centre; & de même augmenter d'un quart les 59 mille 911 ans que nous avons indiqués pour son re-

froidissement au point de le toucher, ce qui donne 79 mille 881 ans ; en sorte que ces deux termes peuvent être substitués dans la Table générale aux deux premiers.

Il est de même très certain que le temps du refroidissement de Saturne, au point de la température actuelle de la terre, qui est de 130 mille 821 ans, doit, par les mêmes raisons, être augmenté non pas d'un quart, mais peut-être d'un huitième, & que cette période au lieu d'être de 130 mille 821 ans, pourroit être de 147 mille 173 ans.

On doit aussi augmenter un peu les périodes du refroidissement de Jupiter, parce que ses satellites lui ont envoyé une portion de leur chaleur propre, & en même temps une partie de celle que Jupiter leur envoyoit ; en estimant un dixième, le prolongement que cette addition de chaleur a pu faire aux trois premières périodes du refroidissement de Jupiter, il ne se sera consolidé jusqu'au centre qu'en 10 mille 376 ans, & ne se refroidira au point de pouvoir le toucher qu'en 121 mille 129 ans, & au point de la température actuelle de la terre en 264 mille 506 ans.

Je n'admets qu'un assez petit nombre d'années entre le point où l'on peut commencer à toucher, sans se brûler, les différens globes, & celui où la chaleur cesse d'être offensante pour les êtres sensibles ; car j'ai fait cette estimation d'après les expériences très souvent réitérées dans mon second Mémoire, par lesquelles j'ai reconnu qu'entre le point auquel on peut, pendant une demi-seconde, tenir un globe sans se brûler, & le point

où on peut le manier long-temps, & où sa chaleur nous affecte d'une manière douce & convenable à notre nature, il n'y a qu'un intervalle assez court; en sorte, par exemple, que s'il faut 20 minutes pour refroidir un globe au point de pouvoir le toucher sans se brûler, il ne faut qu'une minute de plus pour qu'on puisse le manier avec plaisir. Dès-lors, en augmentant d'un vingtième les temps nécessaires au refroidissement des globes planétaires, au point de pouvoir les toucher, on aura plus précisément les temps de la naissance de la nature dans chacun, & ces temps feront dans l'ordre suivant:

Date de la formation des planètes.

74832 a.

COMMENCEMENT, FIN & DURÉE de l'existence de la Nature organisée dans chaque PLANETE.

COMMENCEMENT.	FIN.	DURÉE absolue	DURÉE à dater de ce jour.
de la format.	de la format.	ans.	ans
V. Satel. de Sat. 5161 des Plan.	47558 des Plan.	42389	0. .
LA LUNE. 7890 . . .	72514 . . .	64624	0. .
MARS . . 13685 . . .	60326 . . .	56641	0. .
IV. Sat. de Sat. 18399 . . .	76325 . . .	58126	1693 .
IV Sat. de Jup. 23730 . . .	98696 . . .	74966	23864 .
MERCURE 26053 . . .	187765 . . .	161712	112933 .
LA TERRE. 35983 . . .	168123 . . .	132140	93294 .
III. Sat. de Sat. 37972 . . .	156658 . . .	118986	81826 .
II. Sat. de Sat. 40373 . . .	167928 . . .	127655	93096 .
I. Sat. de Sat. 42021 . . .	174784 . . .	132763	99952 .
VÉNUS . . 44067 . . .	228540 . . .	184473	153708 .
An. de Sat. 56396 . . .	177568 . . .	121172	102786 .
III. Sat. de Jup. 59483 . . .	247401 . . .	187918	172569 .
SATURNE. 62906 . . .	262020 . . .	199114	187188 .
II. Sat. de Jup. 64496 . . .	271098 . . .	206602	196266 .
I. Sat. de Jup. 74724 . . .	311973 . . .	237249	237141 .
JUPITER 115623 . . .	483121 . . .	367498	

D'après ce dernier Tableau, qui approche le plus de la vérité, on voit :

1°. Que la nature organisée, telle que nous la connoissons, n'est point encore née dans Jupiter, dont la chaleur est trop grande encore aujourd'hui pour pouvoir en toucher la surface, & que ce ne sera que dans 40 mille 791 ans que les vivans pourroient y subsister, mais qu'ensuite s'ils y étoient établis, ils dureroient 367 mille 498 ans dans cette grosse planète :

2°. Que la nature vivante, telle que nous la connoissons, est éteinte dans le cinquième satellite de Saturne depuis 27 mille 274 ans ; dans Mars depuis 14 mille 506 ans, & dans la Lune depuis 2318 ans :

3°. Que la nature est prête à s'éteindre dans le quatrième Satellite de Saturne, puisqu'il n'y a plus que 1693 ans pour arriver au point extrême de la plus petite chaleur nécessaire au maintien des êtres organisés :

4°. Que la nature vivante est foible dans le quatrième Satellite de Jupiter, quoiqu'elle puisse y subsister encore pendant 23 mille 864 ans :

5°. Que sur la planète de Mercure, sur la terre, sur le troisième, sur le second & sur le premier satellite de Saturne, sur la planète de Vénus, sur l'Anneau de Saturne, sur le troisième satellite de Jupiter, sur la planète de Saturne, sur le second & sur le premier satellite de Jupiter, la nature vivante est actuellement en pleine existence, & que par conséquent tous ces corps pla-

nétaires peuvent être peuplés comme le globe terrestre.

Voilà mon résultat général & le but auquel je me propofois d'atteindre. On jugera par la peine que m'ont donnée ces recherches (a), & par le grand nombre d'expériences préliminaires qu'elles exigeoient, combien je dois être persuadé de la probabilité de mon hypothèse sur la formation des planètes : & pour qu'on ne me croie pas persuadé fans raison, & même fans de très fortes raisons, je vais exposer dans le Mémoire suivant les motifs de ma persuasion, en présentant les faits & les analogies sur lesquelles j'ai fondé mes opinions, établi l'ordre de mes raisonnemens, suivi les inductions que l'on en doit déduire, & enfin tiré la conséquence générale de l'existence réelle des êtres organisés & sensibles dans tous les corps

(a) Les calculs que supposoient ces recherches, sont plus longs que difficiles, mais assez délicats pour qu'on puisse se tromper. Je ne me suis pas piqué d'une exactitude rigoureuse, parce qu'elle n'auroit produit que de légères différences, & qu'elle m'auroit pris beaucoup de temps que je puvois mieux employer. Il m'a suffi que la méthode que j'ai suivie fût exacte, & que mes raisonnemens fussent clairs & conséquens, c'est là tout ce que j'ai prétendu. Mon hypothèse sur la liquéfaction de la Terre & des Planètes, m'a paru assez fondée pour prendre la peine d'en évaluer les effets, & j'ai cru devoir donner en détail ces évaluations comme je les ai trouvées, afin que s'il s'est glissé dans ce long travail quelques fautes de calcul ou d'inattention, mes lecteurs soient en état de les corriger eux-mêmes.

du système solaire , & l'existence plus que probable de ces mêmes êtres dans tous les autres corps qui composent les systèmes des autres soleils , ce qui augmente & multiplie presque à l'infini l'étendue de la nature vivante , & élève en même temps le plus grand de tous les monumens à la gloire du Créateur.





S E C O N D M É M O I R E.

*Fondemens des Recherches précédentes sur
la température des Planètes.*

L'HOMME nouveau n'a pu voir, & l'homme ignorant ne voit encore aujourd'hui la nature & l'étendue de l'univers que par le simple rapport de ses yeux ; la terre est pour lui un solide d'un volume sans bornes, d'une étendue sans limites, dont il ne peut qu'avec peine parcourir de petits espaces superficiels, tandis que le soleil, les planètes, & l'immensité des cieux, ne lui présentent que des points lumineux dont le soleil & la lune lui paroissent être les seuls objets dignes de fixer ses regards. A cette fausse idée sur l'étendue de la nature & sur les proportions de l'univers, s'est bientôt joint le sentiment encore plus disproportionné de la prétention. L'homme, en se comparant aux autres êtres terrestres, s'est trouvé le premier, dès-lors il a cru que tous étoient faits pour lui ; que la terre même n'avoit été créée que pour lui servir de domicile & le ciel de spectacle ; qu'enfin l'univers entier devoit se rapporter à ses besoins & même à ses plaisirs. Mais à mesure qu'il a fait usage de cette lumière divine, qui seule ennoblit son être,

à mesure que l'homme s'est instruit, il a été forcé de rabattre de plus en plus de ces prétentions ; il s'est vu rapetisser en même raison que l'univers s'agrandissoit, & il lui est aujourd'hui bien évidemment démontré que cette terre qui fait tout son domaine, & sur laquelle il ne peut malheureusement subsister sans querelle & sans trouble, est à proportion toute aussi petite pour l'univers que lui-même l'est pour le Créateur. En effet, il n'est plus possible de douter que cette même terre si grande & si vaste pour nous, ne soit une assez médiocre planète, une petite masse de matière qui circule avec les autres autour du soleil ; que cet astre de lumière & de feu ne soit plus de douze cent mille fois plus gros que le globe de la terre, & que sa puissance ne s'étende à tous les corps qu'il fléchit autour de lui ; en sorte que notre globe en étant éloigné de trente-trois millions de lieues au moins, la planète de Saturne se trouve à plus de trois cent treize millions des mêmes lieues, d'où l'on ne peut s'empêcher de conclure que l'étendue de l'empire du soleil, ce Roi de la nature, ne soit une sphère dont le diamètre est de six cent vingt-sept millions de lieues, tandis que celui de la terre n'est que de deux mille huit cent soixante-cinq ; & si l'on prend le cube de ces deux nombres, on se démontrera que la terre est plus petite, relativement à cet espace, qu'un grain de sable ne l'est relativement au volume entier du globe.

Néanmoins la planète de Saturne, quoi-

que la plus éloignée du soleil, n'est pas encore à beaucoup près sur les confins de son empire. Les limites en sont beaucoup plus reculées, puisque les comètes parcourent au-delà de cette distance, des espaces encore plus grands que l'on peut estimer par la période du temps de leurs révolutions. Une comète qui, comme celle de l'année 1680, circule autour du soleil en 575 ans, s'éloigne de cet astre 15 fois plus que Saturne n'en est distant; car le grand axe de son orbite est 138 fois plus grand que la distance de la terre au soleil. Dès-lors on doit augmenter encore l'étendue de la puissance solaire de 15 fois la distance du soleil à Saturne, en sorte que tout l'espace dans lequel sont comprises les planètes, n'est qu'une petite province du domaine de cet astre, dont les bornes doivent être posées au moins à 138 fois la distance du soleil à la terre, c'est-à-dire, à 138 fois 33 ou 34 millions de lieues.

Quelle immensité d'espace! & quelle quantité de matière! car, indépendamment des planètes, il existe probablement quatre ou cinq cents comètes, peut-être plus grosses que la terre, qui parcourent en tous sens les différentes régions de cette vaste sphere, dont le globe terrestre ne fait qu'un point, une unité sur 191, 201, 612, 985, 514, 272, 000, quantité que ces nombres représentent, mais que l'imagination ne peut atteindre ni saisir. N'en voilà-t-il pas assez pour nous rendre, nous, les nôtres,

& notre grand domicile, plus petits que des atomes ?

Cependant cette énorme étendue, cette sphere si vaste n'est encore qu'un très petit espace dans l'immensité des cieux ; chaque étoile fixe est un soleil, un centre d'une sphere tout aussi vaste ; & comme on en compte plus de deux mille qu'on apperçoit à la vue simple, & qu'avec les lunettes on en découvre un nombre d'autant plus grand, que ces instrumens sont plus puissans ; l'étendue de l'univers entier paroît être sans bornes, & le systême solaire ne fait plus qu'une province de l'empire universel du Créateur, empire infini comme lui.

Sirius, étoile fixe la plus brillante, & que par cette raison nous pouvons regarder comme le soleil le plus voisin du nôtre, ne donnant à nos yeux qu'une seconde de parallaxe annuelle sur le diamètre entier de l'orbe de la terre, est à 6771770 millions de lieues de distance de nous, c'est-à-dire, à 6767216 millions des limites du systême solaire, telles que nous les avons assignées d'après la profondeur à laquelle s'enfoncent les comètes, dont la période est la plus longue. Supposant donc qu'il ait été départi à Sirius un espace égal à celui qui appartient à notre soleil, on voit qu'il faut encore reculer les limites de notre systême solaire de 742 fois plus qu'il ne l'est déjà jusqu'à l'aphélie de la comète, dont l'énorme distance au soleil n'est néanmoins qu'une unité sur

742 du demi-diamètre total de la sphere entiere du systême solaire (a).

Ainsi , quand même il existeroit des Comètes dont la période de révolution seroit double , triple & même décuple de la pé-

(a) Distance de la Terre

au Soleil - - - - - 33 millions de lieues..

Distance de Saturne au
Soleil - - - - - 313 millions..

Distance de l'aphélie de
la comète au soleil.. 4554 millions.

Distance de Sirius au
Soleil - - - - - 6771770 millions..

Distance de Sirius au
point de l'aphélie de la co-
mète , en supposant qu'en
remontant du soleil , la co-
mète ait pointé directement
vers Sirius (supposition qui
diminue la distance autant
qu'il est possible) - - - 6767216 millions..

Moitié de la distance de
Sirius au Soleil ou profon-
deur du systême solaire &
du systême Sirien - - - 3385885 millions de lieues..

Etendue au-delà des li-
mites de l'aphélie des co-
mètes - - - - - 3381331 millions..

Ce qui étant divisé par
la distance de l'aphélie de la
comète , donne - - - - - 742 $\frac{1}{2}$ environ

On peut encore d'une autre maniere se former une
idée de cette distance immense de Sirius à nous , en se
rappelant que le disque du soleil forme à nos yeux un
angle de trente-deux minutes , tandis que celui de Si-
rius n'en fait pas un d'une seconde ; & Sirius étant un
soleil comme le nôtre , que nous supposerons d'une
égale grandeur , puisqu'il n'y a pas plus de raison de
le supposer plus grand que plus petit , il nous paroî-

riode de 575 ans , la plus longue qui nous soit connue ; quand les Comètes en conséquence pourroient s'enfoncer à une profondeur dix fois plus grande , il y auroit encore

troit aussi grand que le soleil s'il n'étoit qu'à la même distance. Prenant donc deux nombres proportionnels au quarré de trente-deux minutes , on aura 3686400 pour la distance de la Terre à Sirius , & 1 pour sa distance au soleil ; & comme cette unité vaut trente-trois millions de lieues , on voit à combien de milliards de lieues Sirius est loin de nous , puisqu'il faut multiplier ces trente-trois millions par 3686400 ; & si nous divisons l'espace entre ces deux soleils voisins , quoique si fort éloignés , nous verrons que les comètes pourroient s'éloigner à une distance dix-huit cent mille fois plus grande que celle de la terre au soleil , sans sortir des limites de l'univers solaires , & sans subir par conséquent d'autres loix que celle de notre soleil ; & de là on peut conclure que le système solaire a pour diamètre une étendue qui , quoique prodigieuse , ne fait néanmoins qu'une très petite portion des cieux , & l'on en doit inférer une vérité peu connue , c'est que de tous les points de l'univers planétaire , c'est-à-dire , que du soleil , de la terre & de toutes les autres planètes , le ciel doit paroître le même.

Lorsque dans une belle nuit l'on considère tous ces feux dont brille la voûte céleste , on imagineroit qu'en se transportant dans une autre planète plus éloignée du soleil que ne l'est la terre , on verroit ces astres étincelans grandir & répandre une lumière plus vive , puisqu'on les verroit de plus près. Néanmoins l'espèce de calcul que nous venons de faire , démontre que quand nous serions placés dans Saturne , c'est-à-dire , neuf ou dix fois plus loin de notre soleil , & trois cent millions de lieues plus près de Sirius , il ne nous paroîtroit plus gros que d'une 194021^e partie , augmentation qui seroit absolument insensible ; d'où l'on doit conclure que le ciel a pour toutes les planètes le même aspect que pour la terre.

un espace 74 ou 75 fois plus profond pour arriver aux derniers confins , tant du système solaire que du système Sirien ; en sorte qu'en donnant à Sirius autant de grandeur & de puissance qu'en a notre Soleil ; & supposant dans son système autant ou plus de corps cométaires qu'il n'existe de Comètes dans le système solaire , Sirius les régira comme le Soleil régit les siens , & il restera de même un intervalle immense entre les confins des deux empires ; intervalle qui ne paroît être qu'un désert dans l'espace , & qui doit faire soupçonner qu'il existe des corps cométaires , dont les périodes sont plus longues , & qui parviennent à une beaucoup plus grande distance que nous ne pouvons le déterminer par nos connoissances actuelles. Il se pourroit aussi que Sirius fût un soleil beaucoup plus grand & plus puissant que le nôtre ; & si cela étoit , il faudroit reculer d'autant les bornes de son domaine en les rapprochant de nous , & rétrécir en même raison la circonférence de celui du Soleil.

On ne peut s'empêcher de présumer en effet , que dans ce très grand nombre d'étoiles fixes qui , toutes sont autant de soleils , il n'y en ait de plus grands & de plus petits que le nôtre , d'autres plus ou moins lumineux , quelques-uns plus voisins qui nous sont représentés par ces astres que les Astronomes appellent *Étoiles de la première grandeur* & beaucoup d'autres plus éloignés qui , par cette raison , nous paroissent plus petits ; les étoiles qu'ils appellent *nébuleuses* , semblent manquer de lumière & de feu , & n'être
pour

pour ainsi dire , alumées qu'à demi ; celles qui paroissent & disparoissent alternativement , sont peut-être d'une forme aplatie par la violence de la force centrifuge dans leur mouvement de rotation ; on voit ces Soleils lorsqu'ils montrent leur grande face , & ils disparoissent toutes les fois qu'ils se présentent de côté. Il y a dans ce grand ordre de choses , & dans la nature des astres , les mêmes variétés , les mêmes différences en nombre , grandeur , espace , mouvement , forme & durée ; les mêmes rapports , les mêmes degrés , les mêmes nuances qui se trouvent dans tous les autres ordres de la création.

Chacun de ces soleils étant doué comme le nôtre , & comme toute matière l'est , d'une puissance attractive , qui s'étend à une distance indéfinie , & décroît comme l'espace augmente ; l'analogie nous conduit à croire qu'il existe dans la sphère de chacun de ces astres lumineux un grand nombre de corps opaques , planètes ou comètes qui circulent autour d'eux , mais que nous n'appercevrons jamais que par l'œil de l'esprit , puisque , étant obscurs & beaucoup plus petits que les soleils qui leur servent de foyer , ils sont hors de la portée de notre vue , & même de tous les arts qui peuvent l'étendre ou la perfectionner.

On pourroit donc imaginer qu'il passe quelquefois des Comètes d'un système dans l'autre , & que s'il s'en trouve sur les confins des deux empires , elles seront saisies par la puissance prépondérante , & forcées

d'obéir aux loix d'un nouveau maître. Mais, par l'immensité de l'espace qui se trouve au-delà de l'aphélie de nos Comètes, il paroît que le Souverain ordonnateur a séparé chaque système par des déserts mille & mille fois plus vastes que toute l'étendue des espaces fréquentés. Ces déserts, dont les nombres peuvent à peine sonder la profondeur, sont les barrières éternelles, invincibles, que toutes les forces de la Nature créée ne peuvent franchir ni surmonter. Il faudroit pour qu'il y eût communication d'un système à l'autre, & pour que les sujets d'un empire pussent passer dans un autre, que le siège du trône ne fût pas immobile; car l'étoile fixe ou plutôt le Soleil, le Roi de ce système changeant de lieu, entraîneroit à sa suite tous les corps qui dépendent de lui, & pourroit dès-lors s'approcher & même s'emparer du domaine d'un autre. Si sa marche se trouvoit dirigée vers un astre plus foible, il commenceroit par lui enlever les sujets de ses provinces les plus éloignées, ensuite ceux des provinces intérieures, il les forceroit tous à augmenter son cortège en circulant autour de lui; & son voisin dès-lors dénué de ses sujets, n'ayant plus ni planètes ni comètes, perdrait en même temps sa lumière & son feu, que leur mouvement seul peut exciter & entretenir; dès-lors cet astre isolé n'étant plus maintenu dans sa place par l'équilibre des forces, seroit contraint de changer de lieu en changeant de nature, & devenu corps obscur, obéiroit comme les autres à la puissance du conquérant, dont le

feu augmenteroit à proportion du nombre de ses conquêtes.

Car que peut-on dire sur la nature du Soleil, sinon que c'est un corps d'un prodigieux volume, une masse énorme de matière pénétrée de feu, qui paroît subsister sans aliment comme dans un métal fondu, ou dans un corps solide en incandescence ? & d'où peut venir cet état constant d'incandescence, cette production toujours renouvelée d'un feu dont la consommation ne paroît entretenue par aucun aliment, & dont la déperdition est nulle ou du moins insensible, quelque constante depuis un si grand nombre de siècles ? Y a-t-il, peut-il même y avoir une autre cause de la production & du maintien de ce feu permanent, sinon le mouvement rapide de la forte pression de tous les corps, qui circulent autour de ce foyer commun, qui l'échauffent & l'embrasent, comme une roue rapidement tournée embrase son essieu ? La pression, qu'ils exercent en vertu de leur pesanteur, équivaut au frottement, & même est plus puissante, parce que cette pression est une force pénétrante, qui frotte non-seulement la surface extérieure, mais toutes les parties intérieures de la masse ; la rapidité de leur mouvement est si grande que le frottement acquiert une force presque infinie, & met nécessairement toute la masse de l'essieu dans un état d'incandescence, de lumière, de chaleur & de feu, qui dès-lors n'a pas besoin d'aliment pour être entretenu, & qui, malgré la déperdition qui s'en fait chaque jour par l'émission de la lumière,

peut durer des siècles de siècles sans atténuation sensible ; les autres soleils rendant au nôtre autant de lumière qu'il leur en envoie , & le plus petit atome de feu ou d'une matière quelconque ne pouvant se perdre nulle part dans un système où tout s'attire.

Si de cette esquisse du grand tableau des cieux que je n'ai tâché de tracer , que pour me représenter la proportion des espaces & celle du mouvement des corps qui les parcourent ; si de ce point de vue auquel je ne me suis élevé que pour voir plus clairement combien la Nature doit être multipliée dans les différentes régions du l'Univers , nous descendons à cette portion de l'espace qui nous est mieux connue , & dans laquelle le Soleil exerce sa puissance , nous reconnoîtons que quoiqu'il régisse par sa force tous les corps qui s'y trouvent , il n'a pas néanmoins la puissance de les vivifier ni même celle d'y entretenir la végétation & la vie.

Mercure qui , de tous les corps circulans autour du soleil , en est le plus voisin , n'en reçoit néanmoins qu'une chaleur $\frac{5}{8}$ fois plus grande que celle que la terre en reçoit , & cette chaleur $\frac{5}{8}$ fois plus grande que la chaleur envoyée du soleil à la terre , bien loin d'être brûlante comme on l'a toujours cru , ne seroit pas assez grande pour maintenir la pleine vigueur de la nature vivante ; car la chaleur actuelle du soleil sur la terre n'étant que de $\frac{1}{4}$ de celle de la chaleur propre du globe terrestre , celle du soleil sur Mercure est par conséquent $\frac{4}{8}$ ou $\frac{1}{2}$ de la chaleur actuelle de la terre. Or si l'on diminueoit des

trois quarts & demi la chaleur qui fait aujourd'hui la température de la terre, il est sûr que la nature vivante feroit au moins bien engourdie, supposé qu'elle ne fût pas éteinte. Et puisque le feu du soleil ne peut pas seul maintenir la nature organisée dans la planète la plus voisine, combien à plus forte raison ne s'en faut-il pas qu'il puisse vivifier celles qui en sont plus éloignées?

il n'envoie à Vénus qu'une chaleur $\frac{50}{250}$ fois

plus grande que celle qu'il envoie à la terre,

& cette chaleur $\frac{50}{250}$ fois plus grande que celle

du soleil sur la terre, bien loin d'être assez forte pour maintenir la nature vivante, ne suffiroit certainement pas pour entretenir la liquidité des eaux, ni peut-être même la fluidité de l'air, puisque notre température

actuelle se trouveroit refroidie à $\frac{2}{49}$ ou à $\frac{2}{24\frac{1}{2}}$,

ce qui est tout près du terme $\frac{1}{25}$, que nous avons donné comme la limite extrême de la plus petite chaleur, relativement à la nature vivante. Et à l'égard de Mars, de Jupiter, de Saturne & de tous leurs satellites, la quantité de chaleur que le soleil leur envoie est si petite en comparaison de celle qui est nécessaire au maintien de la nature, qu'on pourroit la regarder comme de nul effet, surtout dans les deux plus grosses planètes, qui néanmoins paroissent être les objets essentiels du système solaire.

Toutes les planètes, sans même en excepter Mercure, seroient donc & auroient toujours été des volumes aussi grands qu'inutiles, d'une matiere plus que brute, profondément gelée, & par conséquent des lieux inhabités de tous les temps, inhabitables à jamais si elles ne renfermoient pas au-dedans d'elles-mêmes des trésors d'un feu bien supérieur à celui qu'elles reçoivent du Soleil. Cette quantité de chaleur que notre globe possède en propre, & qui est 50 fois plus grande que la chaleur qui lui vient du soleil, est en effet le trésor de la nature, le vrai fonds du feu qui nous anime, ainsi que tous les êtres; c'est cette chaleur intérieure de la terre qui fait tout germer, tout éclore; c'est elle qui constitue l'élément du feu, proprement dit, élément qui seul donne le mouvement aux autres élémens, & qui, s'il étoit réduit à $\frac{1}{10}$, ne pourroit vaincre leur résistance, & tomberoit lui-même dans l'inertie; or cet élément, le seul actif, le seul qui puisse rendre l'air fluide, l'eau liquide, & la terre pénétrable, n'auroit-il été donné qu'au seul globe terrestre? L'analogie nous permet-elle de douter que les autres planètes ne contiennent de même une quantité de chaleur qui leur appartient en propre, & qui doit les rendre capables de recevoir & de maintenir la nature vivante? N'est-il pas plus grand, plus digne de l'idée que nous devons avoir du Créateur, de penser que par-tout il existe des êtres qui peuvent le connoître & célébrer sa gloire, que de dépeupler l'univers, à l'exception de la terre,

& de le dépouiller de tous êtres sensibles, en le réduisant à une profonde solitude, où l'on ne trouveroit que le désert de l'espace, & les épouvantables masses d'une matière entièrement inanimée ?

Il est donc nécessaire, puisque la chaleur du soleil est si petite sur la terre & sur les autres planètes, que toutes possèdent une chaleur qui leur appartient en propre ; & nous devons rechercher d'où provient cette chaleur qui seule peut constituer l'élément du feu dans chacune des planètes. Or, où pourrions-nous puiser cette grande quantité de chaleur, si ce n'est dans la source même de toute chaleur, dans le soleil seul, de la matière duquel les planètes ayant été formées & projetées par une seule & même impulsion, auront toutes conservé leur mouvement dans le même sens, & leur chaleur à proportion de leur grosseur & de leur densité. Quiconque pesera la valeur de ces analogies & sentira la force de leurs rapports, ne pourra guère douter que les planètes ne soient issues & sorties du soleil par le choc d'une comète, parce qu'il n'y a dans le système solaire que les comètes qui soient des corps assez puissans & en assez grand mouvement pour pouvoir communiquer une pareille impulsion aux masses de matière qui composent les planètes. Si l'on réunit à tous les faits sur lesquels j'ai fondé cette hypothèse (b), le nouveau fait de la chaleur pro-

(b). Voyez, dans le premier volume de cet Ou-

pre de la terre & de l'insuffisance de celle du soleil pour maintenir la nature, on demeurera persuadé, comme je le suis, que, dans le temps de leur formation, les planètes & la terre étoient dans un état de liquéfaction, ensuite dans un état d'incandescence, & enfin dans un état successif de chaleur, toujours décroissante depuis l'incandescence jusqu'à la température actuelle.

Car y a-t-il moyen de concevoir autrement l'origine & la durée de cette chaleur propre de la terre ? comment imaginer que le feu qu'on appelle *central*, pût subsister en effet au fond du globe sans air, c'est-à-dire, sans son premier aliment ; & d'où viendrait ce feu qu'on suppose renfermé dans le centre du globe ? quelle source, quelle origine pourra-t-on lui trouver ? Descartes avoit déjà pensé que la terre & les planètes n'étoient que de petits soleils *encroûtés*, c'est-à-dire, éteints. Leibnitz n'a pas hésité à prononcer que le globe terrestre devoit sa forme & la consistance de ses matieres à l'élément du feu ; & néanmoins ces deux grands philosophes n'avoient pas, à beaucoup près, autant de faits, autant d'observations qu'on en a rassemblés & acquis de nos jours ; ces faits sont actuellement en si grand nombre & si bien constatés, qu'il me paroît plus que probable que la terre, ainsi que les planètes

vrage, l'article qui a pour titre : *De la formation des planètes*

ont été projetées hors du soleil, & par conséquent composées de la même matière, qui d'abord étant en liquéfaction, a obéi à la force centrifuge en même temps qu'elle se rassembloit par celle de l'attraction, ce qui a donné à toutes les planètes la forme renflée sous l'équateur, & aplatie sous les pôles en raison de la vitesse de leur rotation; qu'ensuite ce grand feu s'étant peu-à-peu dissipé, l'état d'une température bénigne & convenable à la nature organisée a succédé ou plutôt ou plus tard dans les différentes planètes, suivant la différence de leur épaisseur & de leur densité. Et quand même il y auroit pour la terre & pour les planètes d'autres causes particulières de chaleur qui se combineroient avec celles dont nous avons calculé les effets, nos résultats n'en sont pas moins curieux, & n'en feront que plus utiles à l'avancement des sciences. Nous parlerons ailleurs de ces causes particulières de chaleur; tout ce que nous en pouvons dire ici, pour ne pas compliquer les objets, c'est que ces causes particulières pourront prolonger encore le temps du refroidissement du globe & la durée de la nature vivante au-delà des termes que nous avons indiqués.

Mais, me dira-t-on, votre théorie est-elle également bien fondée dans tous les points qui lui servent de base? Il est vrai, d'après vos expériences, qu'un globe gros comme la terre & composé des mêmes matières, ne pourroit se refroidir, depuis l'incandescence à la température actuelle, qu'en 74 mille

ans , & que pour l'échauffer jusqu'à l'incandescence il faudroit la quinzième partie de ce temps , c'est-à-dire , environ cinq mille ans , & encore faudroit-il que ce globe fût environné pendant tout ce temps du feu le plus violent ; dès-lors il y a , comme vous le dites , de fortes présomptions que cette grande chaleur de la terre n'a pu lui être communiquée de loin , & que par conséquent la matiere terrestre a fait autrefois partie de la masse du soleil ; mais il ne paroît pas également prouvé que la chaleur de cet astre sur la terre ne soit aujourd'hui que $\frac{1}{50}$ de la chaleur propre du globe. Le témoignage de nos sens semble se refuser à cette opinion que vous donnez comme une vérité constante ; & quoiqu'on ne puisse pas douter que la terre n'ait une chaleur propre qui nous est démontrée par sa température toujours égale dans tous les lieux profonds où le froid de l'air ne peut communiquer , en résulte-t-il que cette chaleur , qui ne nous paroît être qu'une température médiocre , soit néanmoins cinquante fois plus grande que la chaleur du soleil qui semble nous brûler ?

Je ne puis satisfaire pleinement à ces objections ; mais il faut auparavant réfléchir avec moi sur la nature de nos sensations. Une différence très légère , & souvent imperceptible dans la réalité ou dans la mesure des causes qui nous affectent , en produit une prodigieuse dans leurs effets. Y a-t-il rien de plus voisin du très grand plaisir que la douleur , & qui peut assigner la distance entre le chatouillement vif qui nous remue

délicieusement , & le frottement qui nous blesse , entre le feu qui nous réchauffe & celui qui nous brûle , entre la lumière qui réjouit nos yeux & celle qui les offusque , entre la faveur qui flatte notre goût & celle qui nous déplaît , entre l'odeur dont une petite dose nous affecte agréablement d'abord & bientôt nous donne des nausées ? On doit donc cesser d'être étonné qu'une petite augmentation de chaleur telle que $\frac{1}{50}$ puisse nous paroître si sensible , & que les limites du plus grand chaud de l'été , au plus grand froid de l'hiver , soient entre 7 & 8 , comme l'a dit M. Amontons , ou même entre 31 & 32 , comme M. de Mairan l'a trouvé en prenant tous les résultats des observations faites sur cela pendant cinquante - six années consécutives.

Mais il faut avouer que si l'on vouloit juger de la chaleur réelle du globe , d'après les rapports que ce dernier Auteur nous a donnés des émanations de la chaleur terrestre aux accessions de la chaleur solaire dans ce climat , il se trouveroit que leur rapport étant à-peu-près : : 29 : 1 en été , & : : 471 ou même : : 491 en hiver : 1 ; il se trouveroit , dis-je , en joignant ces deux rapports , que la chaleur solaire ne seroit à la chaleur terrestre que : : $\frac{1}{500}$: 2 , ou : : $\frac{1}{250}$: 1. Mais cette estimation seroit fautive , & l'erreur deviendroit d'autant plus grande que les climats seroient plus froids. Il n'y a donc que celui de l'équateur jusqu'aux tropiques , où la chaleur étant en toutes saisons presque égale , on puisse établir avec fondement la

proportion entre la chaleur des émanations de la terre & des accessions de la chaleur solaire. Or ce rapport dans tout ce vaste climat, où les étés & les hivers sont presque égaux, est à très peu près : : 50 : 1. C'est par cette raison que j'ai adopté cette proportion, & que j'en ai fait la base du calcul de mes recherches.

Néanmoins je ne prétends pas affurer affirmativement que la chaleur propre de la terre soit réellement cinquante fois plus grande que celle qui lui vient du soleil; comme cette chaleur du globe appartient à toute la matière terrestre dont nous faisons partie, nous n'avons point de mesure que nous puissions en séparer, ni par conséquent d'unité sensible & réelle à laquelle nous puissions la rapporter. Mais quand même on voudroit que la chaleur solaire fût plus grande ou plus petite que nous ne l'avons supposée, relativement à la chaleur terrestre, notre théorie ne changeroit que par la proportion des résultats.

Par exemple, si nous renfermons toute l'étendue de nos sensations du plus grand chaud au plus grand froid dans les limites données par les observations de M. Amon-ton, c'est-à-dire, entre 7 & 8 ou dans $\frac{1}{8}$, & qu'en même temps nous supposions que la chaleur du soleil peut produire seule cette différence de nos sensations, on aura dès-lors la proportion de 8 à 1 de la chaleur propre du globe terrestre à celle qui lui vient du soleil, & par conséquent la compensation que fait actuellement sur la terre

cette chaleur du soleil seroit de $\frac{1}{8}$, & la compensation qu'elle a faite dans le temps de l'incandescence aura été $\frac{1}{200}$. Ajoutant ces deux termes, on a $\frac{26}{200}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $32\frac{5}{8}$ ou $1\frac{5}{8}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant la période de 74047 ans du refroidissement de la terre à la température actuelle. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du refroidissement, on aura $25 : 1\frac{5}{8} :: 74047 : 4813\frac{1}{25}$, en sorte que le refroidissement du globe de la terre, au lieu de n'avoir été prolongé que de 770 ans, l'auroit été de $4813\frac{1}{25}$ ans ; ce qui, joint au prolongement plus long que produiroit aussi la chaleur de la lune dans cette supposition, donneroit plus de 5000 ans, dont il faudroit encore reculer la date de la formation des planètes.

Si l'on adopte les limites données par M. de Mairan, qui sont de 31 à 32, & qu'on suppose que la chaleur solaire n'est que $\frac{1}{32}$ de celle de la terre, on n'aura que le quart de ce prolongement, c'est-à-dire, environ 1250 ans, au lieu de 770 que donne la supposition de $\frac{1}{50}$ que nous avons adoptée.

Mais au contraire, si l'on supposoit que la chaleur du soleil n'est que $\frac{1}{250}$ de celle de la terre, comme cela paroît résulter des observations faites au climat de Paris, on auroit pour la compensation dans le temps de l'incandescence $\frac{1}{6250}$, & $\frac{1}{250}$ pour la compensa-

tion à la fin de la période de 74047 ans du refroidissement du globe terrestre à la température actuelle, & l'on trouveroit $\frac{13}{253}$ pour la compensation totale, faite par la chaleur du soleil pendant cette période, ce qui ne donneroit que 154 ans, c'est-à-dire, le cinquième de 770 ans pour le temps du prolongement du refroidissement. Et de même, si au lieu de $\frac{1}{50}$, nous supposons que la chaleur solaire fût $\frac{1}{10}$ de la chaleur terrestre, nous trouverions que le temps du prolongement seroit cinq fois plus long, c'est-à-dire, de 3850 ans; en sorte que plus on voudra augmenter la chaleur qui nous vient du soleil, relativement à celle qui émane de la terre, & plus on étendra la durée de la nature, & l'on reculera le terme de l'antiquité du monde; car en supposant que cette chaleur du soleil sur la terre fût égale à la chaleur propre du globe, on trouveroit que le temps du prolongement seroit de 38504 ans, ce qui par conséquent donneroit à la terre 38 ou 39 mille ans d'ancienneté de plus.

Si l'on jette les yeux sur la table que M. de Mairan a dressée avec grande exactitude, & dans laquelle il donne la proportion de la chaleur qui nous vient du soleil à celle qui émane de la terre dans tous les climats, on y reconnoitra d'abord un fait bien avéré, c'est que dans tous les climats où l'on a fait des observations, les étés sont égaux, tandis que les hivers sont prodigieusement inégaux; ce savant physicien attribue cette égalité constante de l'intensité de la chaleur pendant

été dans tous les climats , à la compensation réciproque de la chaleur solaire & de la chaleur des émanations du feu central : *Ce n'est donc pas ici (dit-il page 253) une affaire de choix , de système ou de convenance que cette marche alternativement décroissante & croissante des émanations centrales en inverse des étés solaires , c'est le fait même , &c.* En sorte que , selon lui , les émanations de la chaleur de la terre croissent ou décroissent précisément dans la même raison que l'action de la chaleur du soleil décroît & croît dans les différens climats ; & comme cette proportion d'accroissement & de décroissement entre la chaleur terrestre & la chaleur solaire lui paroît , avec raison , très étonnante suivant sa théorie , & qu'en même temps il ne peut pas douter du fait , il tâche de l'expliquer en disant : Que le globe terrestre étant d'abord une pâte molle de terre & d'eau , venant à tourner sur son axe , & continuellement exposée aux rayons du soleil , selon tous les aspects annuels des climats , s'y sera durcie vers la surface , & d'autant plus profondément , que ses parties y seront plus exactement exposées. Et si un terrain plus dur , plus compacte , plus épais & en général plus difficile à pénétrer , devient dans ces mêmes rapports un obstacle d'autant plus grand aux émanations du feu intérieur de la terre , COMME IL EST ÉVIDENT QUE CELA DOIT ARRIVER ; ne voilà-t-il pas dès-lors ces obstacles en raison directe des différentes chaleurs de l'été solaire & les émanations centrales en inverse de ces mêmes chaleurs ? & qu'est-ce alors autre chose que l'inégalité universelle des étés ? car supposant ces

obstacles ou ces retranchemens de chaleur faits à l'émanation constante & primitive, exprimés par les valeurs même des étés solaires, c'est-à-dire, dans la plus parfaite & la plus visible de toutes les proportionnalités, l'égalité; il est clair qu'on ne retranche d'un côté à la même grandeur que ce qu'on y ajoute de l'autre, & que par conséquent les sommes ou les étés en seront toujours & par-tout les mêmes. Voilà donc (ajoute-t-il) cette égalité surprenante des étés dans tous les climats de la terre, ramenée à un principe intelligible; soit que la terre d'abord fluide ait été durcie ensuite par l'action du soleil, du moins vers les dernières couches qui la composent; soit que Dieu l'ait créée tout d'un coup dans l'état où les causes physiques & les loix du mouvement l'auroient amenée. Il me semble que l'auteur auroit mieux fait de s'en tenir bonnement à cette dernière cause, qui dispense de toutes recherches & de toutes spéculations, que de donner une explication qui pèche non-seulement dans le principe, mais dans presque tous les points des conséquences qu'on en pourroit tirer.

Car y a-t-il rien de plus indépendant l'un de l'autre que la chaleur qui appartient en propre à la Terre, & celle qui lui vient du dehors? est-il naturel, est-il même raisonnable d'imaginer qu'il existe réellement, dans la Nature, une loi de calcul, par laquelle les émanations de cette chaleur intérieure du globe suivroient exactement l'inverse des accessions de la chaleur du Soleil sur la Terre? & cela dans une proportion si précise, que l'augmentation des unes compenseroit exactement la diminution des autres. Il ne faut qu'un

qu'un peu de réflexion pour se convaincre que ce rapport purement idéal, n'est nullement fondé, & que par conséquent le fait très réel de l'égalité des étés ou de l'égale intensité de chaleur en été, dans tous les climats, ne dérive pas de cette combinaison précaire dont ce Physicien fait un principe, mais d'une cause toute différente que nous allons exposer.

Pourquoi dans tous les climats de la Terre, où l'on a fait des observations suivies avec des thermomètres comparables, se trouve-t-il que les étés, (c'est-à-dire l'intensité de la chaleur en été) sont égaux, tandis que les hivers (c'est-à-dire l'intensité de la chaleur en hiver) sont prodigieusement différents & d'autant plus inégaux qu'on s'avance plus vers les zones froides ? voilà la question, le fait est vrai ; mais l'explication qu'en donne l'habile Physicien que je viens de citer me paroît plus que gratuite ; elle nous renvoie directement aux causes finales qu'il croyoit éviter, car n'est-ce pas nous dire pour toute explication, que le Soleil & la Terre ont d'abord été dans un état tel que la chaleur de l'un pouvoit cuire les couches extérieures de l'autre, & les durcir précisément à un tel degré, que les émanations de la chaleur terrestre trouveroient toujours des obstacles à leur sortie, qui seroient exactement en proportion des facilités avec lesquelles la chaleur du soleil arrive à chaque climat ; & que de cette admirable texture des couches de la terre, qui permettent plus ou moins l'issue des émanations du feu cen-

tral, il résulte sur la surface de la terre une compensation exacte de la chaleur solaire & de la chaleur terrestre, ce qui néanmoins rendroit les hivers égaux par-tout aussi-bien que les étés; mais que dans la réalité, comme il n'y a que les étés d'égaux dans tous les climats, & que les hivers y sont au contraire prodigieusement inégaux, il faut bien que ces obstacles, mis à la liberté des émanations centrales, soient encore plus grands qu'on ne vient de les supposer, & qu'ils soient en effet & très réellement dans la proportion qu'exige l'inégalité des hivers des différens climats? Or qui ne voit que ces petites combinaisons ne sont point entrées dans le plan du souverain Etre, mais seulement dans la tête du physicien qui, ne pouvant expliquer cette égalité des étés & cette inégalité des hivers, a eu recours à deux suppositions qui n'ont aucun fondement, & à des combinaisons qui n'ont pu même à ses yeux avoir d'autre mérite que celui de s'accommoder à sa théorie, & de ramener, comme il le dit, cette égalité *surprenante* des étés à un *principe intelligible*? Mais ce principe une fois entendu n'est qu'une combinaison de deux suppositions, qui toutes deux sont de l'ordre de celles qui rendroient possible l'impossible, & dès-lors présenteroient en effet l'absurde comme intelligible.

Tous les Physiciens qui se sont occupés de cet objet, conviennent avec moi que le globe terrestre possède en propre une chaleur indépendante de celle qui lui vient du Soleil; dès-lors n'est-il pas évident que cette

chaleur propre seroit égale sur tous les points de la surface du globe, abstraction faite de celle du Soleil, & qu'il n'y auroit d'autre différence à cet égard, que celle qui doit résulter du renflement de la Terre à l'Equateur, & de son applatissement sous les pôles? différence, qui étant en même raison à-peu-près que les deux diamètres, n'excède pas $\frac{1}{230}$; en sorte que la chaleur propre du sphéroïde terrestre doit être de $\frac{1}{230}$ plus grande sous l'équateur que sous les pôles. La déperdition qui s'en est faite & le temps du refroidissement doit donc avoir été plus prompt dans les climats septentrionaux, où l'épaisseur du globe est moins grande que dans les climats du midi; mais cette différence de $\frac{1}{230}$ ne peut pas produire celle de l'inégalité des émanations centrales, dont le rapport à la chaleur du Soleil en hiver étant 3 : 50 : 1 dans les climats voisins de l'équateur, se trouve déjà double au 27^e degré, triple au 35^e, quadruple au 40^e, décuple au 49^e, & 35 fois plus grand au 60^e degré de latitude. Cette cause qui se présente la première, contribue au froid des climats septentrionaux, mais elle est insuffisante pour l'effet de l'égalité des hivers, puisque cet effet seroit 35 fois plus grand que sa cause au 60^e degré, plus grand encore & même excessif dans les climats plus voisins du pôle, & qu'en même temps il ne seroit nulle part proportionnel à cette même cause.

D'autre côté, ce seroit sans aucun fondement qu'on voudroit soutenir que dans un globe qui a reçu ou qui possède un certain

degré de chaleur , il pourroit y avoir des parties beaucoup moins chaudes les unes que les autres. Nous connoissons assez le progrès de la chaleur & les phénomènes de sa communication , pour être assurés qu'elle se distribue toujours également , puisqu'en appliquant un corps , même froid , sur un corps chaud , celui-ci communiquera nécessairement à l'autre assez de chaleur pour que tous deux soient bientôt au même degré de température. L'on ne doit donc pas supposer qu'il y ait vers le climat des pôles , des couches de matieres moins chaudes , moins perméables à la chaleur que dans les autres climats ; car , de quelque nature qu'on les voulût supposer , l'expérience nous démontre qu'en un très petit temps elles seroient devenues aussi chaudes que les autres.

Les grands froids du nord ne viennent donc pas de ces prétendus obstacles qui s'opposeroient à la sortie de la chaleur , ni de la petite différence que doit produire celle des diamètres du sphéroïde terrestre ; & il m'a paru , après y avoir bien réfléchi , qu'on devoit attribuer l'égalité des étés & la grande inégalité des hivers à une cause bien plus simple , & qui néanmoins a échappé à tous les physiciens.

Il est certain que comme la chaleur propre de la terre est beaucoup plus grande que celle qui lui vient du soleil , les étés doivent paroître à très peu près égaux par-tout , parce que cette même chaleur du soleil ne fait qu'une petite augmentation au fond réel de la chaleur propre , & que par conséquent

si cette chaleur envoyée du soleil n'est que $\frac{1}{50}$ de la chaleur propre du globe, le plus ou moins de séjour de cet astre sur l'horizon, sa plus grande ou sa moindre obliquité sur le climat, & même son absence totale ne produiroit que $\frac{1}{50}$ de différence sur la température du climat, & que dès-lors les étés doivent paroître, & sont en effet à très peu près égaux dans tous les climats de la terre. Mais ce qui fait que les hivers sont si fort inégaux, c'est que les émanations de cette chaleur intérieure du globe se trouvent en très grande partie supprimées dès que le froid & la gelée resserrent & consolident la surface de la terre & des eaux. Comme cette chaleur qui sort du globe décroît dans les airs à mesure & en même raison que l'espace augmente, elle a déjà beaucoup perdu à une demi-lieue ou une lieue de hauteur; la seule condensation de l'air par cette cause, suffit pour produire des vents froids qui, se rabattant sur la surface de la terre, la resserrent & la gèlent (c). Tant que dure ce resserrement de la couche extérieure de la terre, les émanations de la chaleur intérieure sont retenues, & le froid paroît & est en effet très considérablement augmenté par cette suppression d'une partie de cette chaleur;

(c) On s'apperçoit de ces vents rabattus toutes les fois qu'il doit geler ou tomber de la neige; le vent, sans même être très violent, se rabat par les cheminées, & chasse dans la chambre les cendres du foyer; cela ne manque jamais d'arriver, surtout pendant la nuit, lorsque le feu est éteint ou couvert.

mais dès que l'air devient plus doux , & que la couche superficielle du globe perd sa rigidité , la chaleur retenue pendant tout le temps de la gelée , sort en plus grande abondance que dans les climats où il ne gèle pas ; en sorte que la somme des émanations de la chaleur devient égale & la même partout , & c'est par cette raison que les plantes végètent plus vite , & que les récoltes se font en beaucoup moins de temps dans les pays du nord ; c'est par la même raison qu'on y ressent souvent , au commencement de l'été , des chaleurs insoutenables , &c.

Si l'on vouloit douter de la suppression des émanations de la chaleur intérieure par l'effet de la gelée , il ne faut , pour s'en convaincre , que se rappeler des faits connus de tout le monde. Qu'après une gelée il tombe de la neige , on la verra se fondre sur tous les puits , les aqueducs , les citernes , les ciels de carrière , les voûtes des fosses souterraines ou des galeries des mines , lors même que ces profondeurs , ces puits ou ces citernes ne contiennent point d'eau. Les émanations de la Terre ayant leur libre issue par ces espèces de cheminées , le terrain qui en recouvre le sommet n'est jamais gelé au même degré que la terre pleine , il permet aux émanations leur cours ordinaire , & leur chaleur suffit pour fondre la neige sur tous ces endroits creux , tandis qu'elle subsiste & demeure sur tout le reste de la surface où la Terre n'est point excavée.

Cette suppression des émanations de la

chaleur propre de la terre, se fait non-seulement par la gelée, mais encore par le simple resserrement de la Terre, souvent occasionné par un moindre degré de froid que celui qui est nécessaire pour en geler la surface. Il y a très peu de pays où il gèle dans les plaines au-delà du 35^e degré de latitude, surtout dans l'hémisphère boréal; il semble donc que, depuis l'Equateur jusqu'au 35^e degré, les émanations de la chaleur terrestre ayant toujours leur libre issue, il ne devroit y avoir presque aucune différence de l'hiver, à l'été, puisque cette différence ne pourroit provenir que de deux causes, toutes deux trop petites pour produire un résultat sensible. La première de ces causes, est la différence de l'action solaire; mais comme cette action elle-même est beaucoup plus petite que celle de la chaleur terrestre, leur différence devient dès-lors si peu considérable, qu'on peut la regarder comme nulle. La seconde cause est l'épaisseur du globe, qui, vers le 35^e degré, est à-peu-près de $\frac{1}{520}$ moindre qu'à l'Equateur; mais cette différence ne peut encore produire qu'un très petit effet, qui n'est nullement proportionnel à celui que nous indiquent les observations, puisqu'à 35 degrés le rapport des émanations de la chaleur terrestre à la chaleur solaire, est en été de 33 à 1, & en hiver de 153 à 1, ce qui donneroit 186 à 2, ou 93 à 1. Ce ne peut donc être qu'au resserrement de la terre, occasionné par le froid ou même au froid produit par les pluies

durables qui tombent dans ces climats, qu'on peut attribuer, cette différence de l'hiver à l'été, le resserrement de la Terre, par le froid, supprime une partie des émanations de la chaleur intérieure, & le froid toujours renouvelé par la chute des pluies, diminue l'intensité de cette même chaleur, ces deux causes produisent donc ensemble la différence de l'hiver à l'été.

D'après cet exposé, il me semble que l'on est maintenant en état d'entendre pourquoi les hivers semblent être si différens. Ce point de physique générale n'avoit jamais été discuté ; personne, avant M. de Mairan, n'avoit même cherché les moyens de l'expliquer, & nous avons démontré précédemment l'insuffisance de l'explication qu'il en donne ; la mienne au contraire me paroît si simple & si bien fondée, que je ne doute pas qu'elle ne soit entendue par les bons esprits.

Après avoir prouvé que la chaleur qui nous vient du Soleil est fort inférieure à la chaleur propre de notre globe ; après avoir exposé, qu'en ne la supposant que de $\frac{1}{50}$, le refroidissement du globe à la température actuelle, n'a pu se faire qu'en 74832 ans ; après avoir montré que le temps de ce refroidissement seroit encore plus long, si la chaleur envoyée par le Soleil à la Terre étoit dans un rapport plus grand, c'est-à-dire de $\frac{1}{25}$ ou de $\frac{1}{10}$ au lieu de $\frac{1}{50}$; on ne pourras nous blâmer d'avoir adopté la proportion qui nous paroît la plus plausible par les raisons physiques, & en même temps la plus

plus convenable , pour ne pas trop étendre & reculer trop loin les temps du commencement de la Nature, que nous avons fixé à 37 ou 38 mille ans , à dater en arriere de ce jour.

J'avoue néanmoins que ce temps tout considérable qu'il est, ne me paroît pas encore assez grand , assez long pour certains changemens , certaines altérations successives que l'Histoire Naturelle nous démontre , & qui semblent avoir exigé une suite de siècles encore plus longue ; je serois donc très porté à croire , que dans le réel , les temps ci-devant indiqués pour la durée de la Nature, doivent être augmentés peut-être du double si l'on veut se trouver à l'aise pour l'explication de tous les phénomènes. Mais je le répète, je m'en suis tenu aux moindres termes , & j'ai restreint les limites du temps autant qu'il étoit possible de le faire, sans contredire les faits & les expériences.

On pourra peut-être chicaner ma théorie par une autre objection qu'il est bon de prévenir. On me dira que j'ai supposé, d'après Newton, la chaleur de l'eau bouillante trois fois plus grande que celle du Soleil d'été, & la chaleur du fer rouge huit fois plus grande que celle de l'eau bouillante, c'est-à-dire vingt-quatre ou vingt-cinq fois plus grande que celle de la température actuelle de la Terre , & qu'il entre de l'hypothétique dans cette supposition , sur laquelle j'ai néanmoins fondé la seconde base de mes calculs , dont les résultats seroient sans doute fort

différens ; si cette chaleur du fer rouge ou du verre en incandescence , au lieu d'être en effet vingt-cinq fois plus grande que la chaleur actuelle du globe , n'étoit par exemple que cinq ou six fois aussi grande.

Pour sentir la valeur de cette objection , faisons d'abord le calcul du refroidissement de la Terre , dans cette supposition qu'elle n'étoit dans le temps de l'incandescence que cinq fois plus chaude qu'elle l'est aujourd'hui , en supposant comme dans les autres calculs , que la chaleur solaire n'est que $\frac{1}{50}$ de la chaleur terrestre. Cette chaleur solaire qui fait aujourd'hui compensation de $\frac{1}{50}$ n'auroit fait compensation que de $\frac{1}{250}$ dans le temps de l'incandescence. Ces deux termes ajoutés , donnent $\frac{6}{250}$, qui multipliés par $2\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur , donnent $\frac{15}{250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant la période entière de la déperdition de la chaleur propre du globe qui est de 74047 ans. Ainsi , l'on aura $5 : \frac{15}{250} :: 74047 : 888\frac{14}{25}$. D'où l'on voit que le prolongement du refroidissement qui , pour une chaleur vingt-cinq fois plus grande que la température actuelle , n'a été que de 770 ans , auroit été de $888\frac{4}{3}$ dans la supposition que cette première chaleur n'auroit été que cinq fois plus grande que cette même température actuelle. Cela seul nous fait voir que quand même on voudroit supposer cette chaleur primitive fort au-dessous de vingt-cinq , il n'en résulteroit qu'un prolongement plus long

pour le refroidissement du globe, & cela seul me paroît suffire aussi pour satisfaire à l'objection.

Enfin, me dira-t-on, vous avez calculé la durée du refroidissement des planètes, non-seulement par la raison inverse de leurs diamètres, mais encore par la raison inverse de leur densité; cela seroit fondé si l'on pouvoit imaginer qu'il existe en effet des matieres dont la densité seroit aussi différente de celle de notre globe; mais en existe-t-il? quelle sera, par exemple, la matiere dont vous composerez Saturne, puisque sa densité est plus de cinq fois moindre que celle de la Terre?

A cela je réponds, qu'il seroit aisé de trouver, dans le genre végétal, des matieres cinq ou six fois moins denses qu'une masse de fer, de marbre blanc, de grès, de marbre commun & de pierre calcaire dure, dont nous savons que la Terre est principalement composée; mais sans sortir du règne minéral, & considérant la densité de ces cinq matieres, on a pour celle du fer $21 \frac{10}{72}$, pour celle du marbre blanc $8 \frac{25}{72}$, pour celle du grès $7 \frac{24}{72}$, pour celles du marbre commun & de la pierre calcaire dure $7 \frac{20}{72}$; prenant le terme moyen des densités de ces cinq matieres, dont le globe terrestre est principalement composé, on trouve que sa densité est $10 \frac{1}{8}$. Il s'agit donc de trouver une matiere dont la densité

soit $1 \frac{1891^2}{1000}$, ce qui est le même rapport de

184, densité de Saturne, à 1000 densité de la Terre. Or cette matière seroit une espèce de pierre ponce un peu moins dense que la pierre ponce ordinaire, dont la densité relative est ici de $1 \frac{62}{72}$; il paroît donc que Saturne est principalement composé d'une matière légère semblable à la pierre ponce.

De même, la densité de la Terre étant à celle de Jupiter :: 1000 : 292, ou :: 10

$1 \frac{1}{9}$: 3 $\frac{1 \frac{1}{9}}{1000}$, ou doit croire que Jupiter est

composé d'une matière plus dense que la pierre ponce, & moins dense que la craie.

La densité de la Terre étant à celle de la Lune :: 1000 : 702, ou :: 10 $\frac{5}{18}$: 7 $\frac{215}{1000}$; cette planète secondaire est composée d'une matière dont la densité n'est pas tout-à-fait si grande que celle de la pierre calcaire dure, mais plus grande que celle de la pierre calcaire tendre.

La densité de la Terre étant à celle de Mars

502 $\frac{1}{9}$
:: 1000 : 730, ou :: 10 $\frac{5}{18}$: 7 $\frac{502 \frac{1}{9}}{1000}$, on

doit croire que cette planète est composée d'une matière dont la densité est un peu plus grande que celle du grès, & moins grande que celle du marbre blanc.

Mais la densité de la Terre étant à celle de Vénus :: 1000 : 1270, ou :: 10 $\frac{5}{18}$: 13 52 $\frac{7}{9}$

$\frac{52 \frac{7}{9}}{1000}$, on peut croire que cette planète est

principalement composée d'une matière plus

dense que l'émeril , & moins dense que le zinc.

Enfin la densité de la Terre étant à celle de Mercure : : 1000 : 2040 , ou : : 10 $\frac{1}{8}$: 966 $\frac{2}{3}$
20 ——— , on doit croire que cette planète est
1000

composée d'une matiere un peu moins dense que le fer , mais plus dense que l'étain.

Hé comment, dira-t-on , la Nature vivante que vous supposez établie par tout , peut-elle exister sur des planètes de fer , d'émeril ou de pierre ponce ? par les mêmes causes , répondrai-je , & par les mêmes moyens qu'elle existe sur le globe terrestre , quoique composé de pierre , de grès , de marbre , de fer & de verre. Il en est des autres planètes comme de notre globe , leur fonds principal est une des matieres que nous venons d'indiquer , mais les causes extérieures auront bientôt altéré la couche superficielle de cette matiere , & selon les différens degrés de chaleur ou de froid , de sécheresse ou d'humidité , elles auront converti en assez peu de temps cette matiere , de quelque nature qu'on la suppose , en une terre féconde & propre à recevoir les germes de la Nature organisée , qui tous n'ont besoin que de chaleur & d'humidité pour se développer.

Après avoir satisfait aux objections qui paroissent se présenter les premières , il est nécessaire d'exposer les faits & les observations par lesquelles on s'est assuré que la chaleur du Soleil n'est qu'un accessoire , un petit complément à la chaleur réelle qui

émane continuellement du globe de la Terre ; & il sera bon de faire voir en même temps comment les thermomètres comparables nous ont appris d'une manière certaine que le chaud de l'été est égal dans tous les climats de la Terre , à l'exception de quelques endroits , comme le Sénégal , & de quelques autres parties de l'Afrique où la chaleur est plus grande qu'ailleurs , par des raisons particulières dont nous parlerons lorsqu'il s'agira d'examiner les exceptions à cette règle générale.

On peut démontrer, par des évaluations incontestables, que la lumière, & par conséquent la chaleur envoyée du Soleil à la Terre en été est très grande en comparaison de la chaleur envoyée par ce même astre en hiver, & que néanmoins, par des observations très exactes & très réitérées, la différence de la chaleur réelle de l'été à celle de l'hiver est fort petite. Cela seul seroit suffisant pour prouver qu'il existe dans le globe terrestre une très grande chaleur, dont celle du Soleil ne fait que le complément ; car en recevant les rayons du Soleil sur le même thermomètre en été & en hiver, M. Amontons a le premier observé, que les plus grandes chaleurs de l'été dans notre climat ne diffèrent du froid de l'hiver, lorsque l'eau se congèle, que comme 7 diffère de 6, tandis qu'on peut démontrer que l'action du Soleil en été est environ 66 fois plus grande que celle du Soleil en hiver ; on ne peut donc pas douter qu'il n'y ait un fonds de très-grande chaleur dans le globe terrestre, sur

lequel, comme base, s'élèvent les degrés de la chaleur qui nous vient du Soleil, & que les émanations de ce fonds de chaleur à la surface du globe ne nous donnent une quantité de chaleur beaucoup plus grande que celle qui nous arrive du Soleil.

Si l'on demande comment on a pu s'assurer que la chaleur envoyée par le Soleil en été est 66 fois plus grande que la chaleur envoyée par ce même astre en hiver dans notre climat; je ne puis mieux répondre qu'en renvoyant aux Mémoires donnés par feu M. de Mairan en 1719, 1722 & 1765, & insérés dans ceux de l'Académie, où il examine avec une attention scrupuleuse les causes de la vicissitude des saisons dans les différens climats. Ces causes peuvent se réduire à quatre principales; savoir, 1°. l'inclinaison sous laquelle tombe la lumière du Soleil suivant les différentes hauteurs de cet astre sur l'horizon; 2°. l'intensité de lumière plus ou moins grande à mesure que son passage dans l'atmosphère est plus ou moins oblique; 3°. la différente distance de la Terre au Soleil en été & en hiver; 4°. l'inégalité de la longueur des jours dans les climats différens. Et en partant du principe que la quantité de la chaleur est proportionnelle à l'action de la lumière, on se démontrera aisément à soi-même, que ces quatre causes réunies, combinées & comparées, diminuent pour notre climat cette action de la chaleur du Soleil dans un rapport d'environ 66 à 1 du solstice d'été au solstice d'hiver. Et en supposant l'affoiblissement de l'action

de la lumière par ces quatre causes, c'est-à-dire, 1°. par la moindre ascension ou élévation du Soleil à midi du solstice d'hiver, en comparaison de son ascension à midi du solstice d'été; 2°. par la diminution de l'intensité de la lumière, qui traverse plus obliquement l'atmosphère au solstice d'hiver qu'au solstice d'été; 3°. par la plus grande proximité de la Terre au Soleil en hiver qu'en été; 4°. par la diminution de la continuité de la chaleur produite par la moindre durée du jour ou par la plus longue absence du Soleil au solstice d'hiver, qui, dans notre climat, est à-peu-près double de celle du solstice d'été; on ne pourra pas douter que la différence ne soit en effet très grande & environ de 66 à 1 dans notre climat, & cette vérité de théorie peut être regardée comme aussi certaine que la seconde vérité qui est d'expérience, & qui nous démontre, par les observations du thermomètre exposé immédiatement aux rayons du Soleil en hiver & en été, que la différence de la chaleur réelle dans ces deux temps n'est néanmoins tout au plus que de 7 à 6; je dis tous au plus, car cette détermination donnée par M. Amontons n'est pas à beaucoup près aussi exacte que celle qui a été faite par M. de Mairan, d'après un grand nombre d'observations ultérieures, par lesquelles il prouve que ce rapport est : : 32 : 31. Que doit donc indiquer cette prodigieuse inégalité entre ces deux rapports de l'action de la chaleur solaire en été & en hiver, qui est de 66 à 1, & de celui de la chaleur réelle qui n'est que

de 32 à 31 de l'été à l'hiver ? N'est-il pas évident que la chaleur propre du globe de la Terre est nombre de fois plus grande que celle qui lui vient du Soleil ? Il paroît en effet que , dans le climat de Paris , cette chaleur de la Terre est 29 fois plus grande en été , & 491 fois plus grande en hiver que celle du Soleil , comme l'a déterminé M. de Mairan. Mais j'ai déjà averti qu'on ne devoit pas conclure de ces deux rapports combinés le rapport réel de la chaleur du globe de la Terre à celle qui lui vient du Soleil , & j'ai donné les raisons qui m'ont décidé à supposer qu'on peut estimer cette chaleur du Soleil cinquante fois moindre que la chaleur qui émane de la Terre.

Il nous reste maintenant à rendre compte des observations faites avec les thermomètres. On a recueilli , depuis l'année 1701 jusqu'en 1756. inclusivement , le degré du plus grand chaud , & celui du plus grand froid qui s'est fait à Paris chaque année , on en a fait une somme , & l'on a trouvé qu'une année commune tous les thermomètres réduits à la division de Réaumur , ont donné 1026 pour la plus grande chaleur de l'été , c'est-à-dire , 26 degrés au-dessus du point de la congélation de l'eau. On a trouvé de même que le degré commun du plus grand froid de l'hiver a été pendant ces cinquante-six années de 994 , ou de 6 degrés au-dessous de la congélation de l'eau ; d'où l'on a conclu avec raison que le plus grand chaud de nos étés à Paris , ne diffère du plus grand froid de nos hivers que de $\frac{1}{32}$, puisque $994 : 1026 :: 31$

: 32. C'est sur ce fondement que nous avons dit que le rapport du plus grand chaud au plus grand froid n'étoit que : : 32 : 31. Mais on peut objecter contre la précision de cette évaluation le défaut de construction du thermomètre, division de Réaumur, auquel on réduit ici l'échelle de tous les autres, & ce défaut est de ne partir que de mille degrés au-dessous de la glace, comme si ce millièame degré étoit en effet celui du froid absolu, tandis que le froid absolu n'existe point dans la nature, & que celui de la plus petite chaleur devroit être supposé de dix mille au lieu de mille, ce qui changeroit la graduation du thermomètre. On peut encore dire qu'à la vérité il n'est pas impossible que toutes nos sensations entre le plus grand chaud & le plus grand froid soient comprises dans un aussi petit intervalle que celui d'une unité sur 32 de chaleur, mais que la voix du sentiment semble s'élever contre cette opinion, & nous dire que cette limite est trop étroite, & que c'est bien assez réduire cet intervalle que de lui donner un huitième ou un septième au lieu d'un trente-deuxième.

Mais quoi qu'il en soit de cette évaluation qui se trouvera peut-être encore trop forte lorsqu'on aura des thermomètres mieux construits; on ne peut pas douter que la chaleur de la terre, qui sert de base à la chaleur réelle que nous éprouvons, ne soit très considérablement plus grande que celle qui nous vient du soleil, & que cette dernière n'en soit qu'un petit complément. De même,

quoique les thermomètres dont on s'est servi pèchent par le principe de leur construction, & par quelques autres défauts dans leur graduation, on ne peut pas douter de la vérité des faits comparés que nous ont appris les observations faites en différens pays avec ces mêmes thermomètres, construits & gradués de la même façon, parce qu'il ne s'agit ici que de vérités relatives & de résultats comparés, & non pas de vérités absolues.

Or de la même manière qu'on a trouvé, par l'observation de cinquante-six années successives, la chaleur de l'été à Paris de 1026 ou de 26 degrés au-dessus de la congélation, on a aussi trouvé avec les mêmes thermomètres que cette chaleur de l'été étoit 1026 dans tous les autres climats de la terre, depuis l'équateur jusque vers le cercle polaire (d); à Madagascar, aux isles de France & de Bourbon, à l'isle Rodrigue, à Siam, aux Indes orientales, à Alger, à Malte, à Cadix, Montpellier, à Lyon, à Amsterdam, à Varsovie, à Upsal, à Pétersbourg, & jusqu'en Lapponie près du cercle polaire; à Cayenne, au Pérou, à la Martinique, à Carthagène en Amérique & à Panama, enfin dans tous les climats des deux hémisphères & des deux continens où l'on a pu faire

(d) Voyez sur cela les mémoires de feu M. de Réaumur, dans ceux de l'Académie, années 1735 & 1742; & aussi les mémoires de feu M. de Mairan, dans ceux de l'année 1768, page 213.

des observations , on a constamment trouvé que la liqueur du thermomètre s'élevoit également à 25 , 26 ou 27 degrés dans les jours les plus chauds de l'été ; & de-là résulte le fait incontestable de l'égalité de la chaleur en été dans tous les climats de la terre. Il n'y a sur cela d'autres exceptions que celle du Sénégal , & de quelques autres endroits où le thermomètre s'élève 5 ou 6 degrés de plus , c'est-à-dire , à 31 ou 32 degrés ; mais c'est par des causes accidentelles & locales , qui n'altèrent point la vérité des observations ni la certitude de ce fait général , lequel seul pourroit encore nous démontrer qu'il existe réellement une très grande chaleur dans le globe terrestre , dont l'effet ou les émanations sont à-peu-près égales dans tous les points de sa surface , & que le soleil bien loin d'être la sphère unique de la chaleur qui anime la nature , n'en est tout au plus que le régulateur.

Ce fait important que nous consignons à la postérité , lui fera reconnoître la progression réelle de la diminution de la chaleur du globe terrestre que nous n'avons pu déterminer que d'une manière hypothétique : on verra dans quelques siècles que la plus grande chaleur de l'été , au lieu d'élever la liqueur du thermomètre à 26 , ne l'élèvera plus qu'à 25 , à 24 ou au-dessous , & on jugera par cet effet , qui est le résultat de toutes les causes combinées , de la valeur de chacune des causes particulières , qui produisent l'effet total de la chaleur à la surface du globe ; car indépendamment de la

chaleur qui appartient en propre à la terre , & qu'elle possède dès le temps de l'incandescence , chaleur dont la quantité est très considérablement diminuée , & continuera de diminuer dans la succession des temps , indépendamment de la chaleur qui nous vient du soleil , qu'on peut regarder comme constante , & qui par conséquent fera dans la suite une plus grande compensation qu'aujourd'hui à la perte de cette chaleur propre du globe , il y a encore deux autres causes particulières qui peuvent ajouter une quantité considérable de chaleur à l'effet des deux premières , qui sont les seules dont nous ayons fait jusqu'ici l'évaluation.

L'une de ces causes particulières provient en quelque façon de la première cause générale , & peut y ajouter quelque chose. Il est certain que dans le temps de l'incandescence , & dans tous les siècles subséquens , jusqu'à celui du refroidissement de la terre au point de pouvoir la toucher , toutes les matières volatiles ne pouvoient résider à la surface ni même dans l'intérieur du globe ; elles étoient élevées & répandues en forme de vapeurs , & n'ont pu se déposer que successivement à mesure qu'il se refroidissoit. Ces matières ont pénétré par les fentes & les crevasses de la terre à d'assez grandes profondeurs , en une infinité d'endroits ; c'est là le fonds primitif des volcans , qui , comme l'on fait , se trouvent tous dans les hautes montagnes , où les fentes de la terre sont d'autant plus grandes , que ces pointes du

globe sont plus avancées, plus isolées : ce dépôt des matieres volatiles du premier âge aura été prodigieusement augmenté par l'addition de toutes les matieres combustibles, dont la formation est des âges subséquens. Les pyrites, les soufres, les charbons de terre, les bitumes, &c. ont pénétré dans les cavités de la terre, & ont produit presque par-tout de grands amas de matieres inflammables, & souvent des incendies qui se manifestent par des tremblemens de terre, par l'éruption des volcans, & par les sources chaudes qui découlent des montagnes, ou sourdissent à l'intérieur dans les cavités de la terre. On peut donc présumer que ces feux souterrains, dont les uns brûlent, pour ainsi dire, sourdement & sans explosion, & dont les autres éclatent avec tant de violence, augmentent un peu l'effet de la chaleur générale du globe. Néanmoins cette addition de chaleur ne peut être que très petite ; car on a observé qu'il fait à très peu près aussi froid au-dessus des volcans qu'au-dessus des autres montagnes à la même hauteur, à l'exception des temps où le volcan travaille & jette au-dehors des vapeurs enflammées ou des matieres brûlantes. Cette cause particulière de chaleur ne me paroît donc pas mériter autant de considération que lui en ont donné quelques physiciens.

Il n'en est pas de même d'une seconde cause à laquelle il semble qu'on n'a pas pensé, c'est le mouvement de la lune autour de la terre. Cette planète secondaire fait sa

révolution autour de nous en 27 jours un tiers environ ; & étant éloignée à 85 mille 325 lieues , elle parcourt une circonférence de 536 mille 329 lieues dans cet espace de temps , ce qui fait un mouvement de 817 lieues par heure , ou de 13 à 14 lieues par minute ; quoique cette marche soit peut-être la plus lente de tous les corps célestes , elle ne laisse pas d'être assez rapide pour produire sur la terre qui sert d'essieu ou de pivot à ce mouvement , une chaleur considérable par le frottement qui résulte de la charge & de la vitesse de cette planète. Mais il ne nous est pas possible d'évaluer cette quantité de chaleur produite par cette cause extérieure , parce que nous n'avons rien jusqu'ici qui puisse nous servir d'unité ou de terme de comparaison. Mais si l'on parvient jamais à reconnoître le nombre , la grandeur & la vitesse de toutes les comètes , comme nous connoissons le nombre , la grandeur & la vitesse de toutes les planètes qui circulent autour du soleil , on pourra juger alors de la quantité de chaleur que la lune peut donner à la terre , par la quantité beaucoup plus grande de feu que tous ces vastes corps excitent dans le soleil. Et je serois fort porté à croire que la chaleur produite par cette cause dans le globe de la terre , ne laisse pas de faire une partie assez considérable de la chaleur propre ; & qu'en conséquence il faut encore étendre les limites des temps pour la durée de la nature. Mais revenons à notre principal objet.

Nous avons vu que les étés sont à très peu près égaux dans tous les climats de la Terre, & que cette vérité est appuyée sur des faits incontestables; mais il n'en est pas de même des hivers, ils sont très inégaux, & d'autant plus inégaux dans les différens climats, qu'on s'éloigne plus de celui de l'Equateur, où la chaleur en hiver & en été est à-peu-près la même. Je crois en avoir donné la raison dans le cours de ce Mémoire, & avoir expliqué d'une manière satisfaisante la cause de cette inégalité par la suppression des émanations de la chaleur terrestre. Cette suppression est, comme je l'ai dit, occasionnée par les vents froids qui se rabattent du haut de l'air, resserrent les terres, glacent les eaux, & renferment les émanations de la chaleur terrestre pendant tout le temps que dure la gelée; en sorte qu'il n'est pas étonnant que le froid des hivers soit en effet d'autant plus grand que l'on avance davantage vers les climats où la masse de l'air recevant plus obliquement les rayons du Soleil, est par cette raison la plus froide.

Mais il y a pour le froid comme pour le chaud quelques contrées sur la Terre qui font une exception à la règle générale. Au Sénégal, en Guinée, à Angole, & probablement dans tous les pays où l'on trouve l'espèce humaine teinte de noir, comme en Nubie, à la terre des Papous, dans la nouvelle Guinée, &c. il est certain que la chaleur est plus grande que dans tout le reste de la Terre;

re ; mais c'est par des causes locales , dont nous avons donné l'explication dans le troisième volume de ce Ouvrage (e). Ainsi , dans ces climats particuliers où le vent d'est règne pendant toute l'année , & passe avant d'arriver sur une étendue de terre très considérable où il prend une chaleur brûlante , il n'est pas étonnant que la chaleur se trouve plus grande de 5 , 6 & même 7 degrés qu'elle ne l'est par-tout ailleurs. Et de même les froids excessifs de la Sibérie ne prouvent rien autre chose , sinon que cette partie de la surface du globe est beaucoup plus élevée que toutes les terres adjacentes. *Les pays Asiatiques septentrionaux* , dit le baron de Strahlenberg , *sont considérablement plus élevés que les Européens* , ils le sont comme une table l'est en comparaison du plancher sur lequel elle est posée : car lorsqu'en venant de l'ouest & sortant de la Russie on passe à l'est par les monts Riphées & Rymniques pour entrer en Sibérie , on avance toujours plus en montant qu'en descendant (f). Il y a bien des plaines en Sibérie , dit M. Gmelin , qui ne sont pas moins élevées au-dessus du reste de la terre ni moins éloignées de son centre , que ne le sont d'assez hautes montagnes en plusieurs autres

(e) Voyez l'Histoire Naturelle , tome III , art. *Variétés de l'espèce humaine*.

(f) Description de l'Empire Russe , Traduction françoise , tome I , page 322 , d'après l'Allemand , imprimée à Stockelm en 1730.

régions (g). Ces plaines de Sibérie paroissent être en effet tout aussi hautes que le sommet des monts Riphées, sur lequel la glace & la neige ne fondent pas entièrement pendant l'été. Et si ce même effet n'arrive pas dans les plaines de Sibérie, c'est parce qu'elles sont moins isolées, car cette circonstance locale fait encore beaucoup à la durée & à l'intensité du froid ou du chaud. Une vaste plaine une fois échauffée conservera sa chaleur plus long-temps qu'une montagne isolée, quoique toutes deux également élevées, & par cette même raison la montagne une fois refroidie conservera sa neige ou sa glace plus long-temps que la plaine.

Mais si l'on compare l'excès du chaud à l'excès du froid produit par ces causes particulières & locales, on sera peut-être surpris de voir que dans les pays tels que le Sénégal, où la chaleur est la plus grande, elle n'excède néanmoins que de 7 degrés la plus grande chaleur générale, qui est de 26 degrés au-dessus de la congélation, & que la plus grande hauteur à laquelle s'élève la liqueur du thermomètre, n'est tout au plus que de 33 degrés au-dessus de ce même point, tandis que les grands froids de Sibérie vont quelquefois jusqu'à 60 & 70 degrés au-dessous de ce même point de la congélation; & qu'à Pétersbourg, à Upsal, &c. sous la mê-

(g) *Flora Siberica*, præf. pag. 58 & 64.

me latitude de la Sibérie , les plus grands froids ne font descendre la liqueur qu'à 25 ou 26 degrés au-dessous de la congélation ; ainsi , l'excès de chaleur produit par les causes locales n'étant que de 6 ou 7 degrés au-dessus de la plus grande chaleur du reste de la zone torride, & l'excès du froid produit de même par les causes locales , étant de plus de 40 degrés au-dessous du plus grand froid , sous la même latitude , on doit en conclure que ces mêmes causes locales ont bien plus d'influence dans les climats froids que dans les climats chauds , quoiqu'on ne voie pas d'abord ce qui peut produire cette grande différence dans l'excès du froid & du chaud. Cependant en y réfléchissant , il me semble qu'on peut concevoir aisément la raison de cette différence. L'augmentation de la chaleur d'un climat tel que le Sénégal , ne peut venir que de l'action de l'air , de la nature du terroir & de la dépression du terrain : cette contrée presque au niveau de la mer , est en grande partie couverte de sables arides ; un vent d'est constant , au lieu d'y rafraîchir l'air , le rend brûlant , parce que ce vent traverse avant que d'arriver , plus de deux mille lieues de terre , sur laquelle il s'échauffe toujours de plus en plus ; & néanmoins toutes ces causes réunies ne produisent qu'un excès de 6 ou 7 degrés au-dessus de 26 , qui est le terme de la plus grande chaleur de tous les autres climats. Mais dans une contrée telle que la Sibérie , où les plaines sont élevées comme le sommet des montagnes le font au-dessus du ni-

veau du reste de la terre , cette seule différence d'élévation doit produire un effet proportionnellement beaucoup plus grand que la dépression du terrain du Sénégal , qu'on ne peut pas supposer plus grande que celle du niveau de la mer ; car si les plaines de Sibérie sont seulement élevées de quatre ou cinq cents toises au-dessus du niveau d'Upsal ou de Pétersbourg , on doit cesser d'être étonné que l'excès du froid y soit si grand , puisque la chaleur qui émane de la terre , décroissant à chaque point comme l'espace augmente , cette seule cause de l'élévation du terrain suffit pour expliquer cette grande différence du froid sous la même latitude.

Il ne reste sur cela qu'une question assez intéressante. Les hommes, les animaux & les plantes peuvent supporter pendant quelque temps la rigueur de ce froid extrême qui est de 60 degrés au-dessous de la congélation , pourroient-ils également supporter une chaleur qui seroit de 60 degrés au-dessus ? oui , si l'on pouvoit se précautionner & se mettre à l'abri contre le chaud , comme on fait le faire contre le froid ; si d'ailleurs cette chaleur excessive ne duroit , comme le froid excessif que pendant un petit temps , & si l'air pouvoit , pendant le reste de l'année , rafraîchir la terre de la même manière que les émanations de la chaleur du globe réchauffent l'air dans les pays froids : on connoît des plantes , des insectes & des poissons qui croissent & vivent dans des eaux thermales , dont la chaleur est de 45 , 50 , & jusqu'à 60 degrés ; il y a donc des espèces

dans la Nature vivante qui peuvent supporter , ce degré de chaleur , & comme les Nègres font dans le genre humain ceux que la grande chaleur incommode le moins , ne devroit-on pas en conclure avec assez de vraisemblance , que , dans notre hypothèse , leur race pourroit être plus ancienne que celle des hommes blancs ?

Fin. du Tome neuf.



T A B L E

D E S M A T I E R E S

Contenues dans les deux Volumes.

A

ACIER. On peut faire de l'acier de la meilleure qualité sans employer du fer comme on le fait communément, mais seulement en faisant fondre la mine à un feu long & gradué. Preuve de cette vérité par l'expérience, *Volume VIII*, page 51 & suiv.

ANNEAU de Saturne. Recherches sur la perte de la chaleur propre de cet anneau & sur la compensation à cette perte, *Vol. IX*, 150. Sa distance à Saturne est de 55 mille lieues; sa largeur est d'environ 9 mille lieues, & son épaisseur n'est peut-être que de 100 lieues, *ibid.* & suiv. Supputation de toutes ses dimensions & du volume de matière qu'il contient, lequel se trouve être trente fois plus grand que le volume du globe de la Terre 153. Recherches sur la consolidation & le refroidissement de cet anneau, 154. Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à son anneau a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé dans le temps de l'incandescence, 160. Il jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, dans l'année

126473 de la formation des planètes, 165. Et ne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre que dans l'année 252946 de la formation des planètes, *ibid.* Il a été la douzième terre habitable ; & la nature vivante y a duré depuis l'année 53711, & y durera jusqu'à l'année 177568 de la formation des planètes, 225. La nature organisée, telle que nous la connoissons, est en pleine existence sur cet anneau, 230.

ARBRES. Description de l'organisation d'un arbre, *Volume VIII*, 121. Accroissement des arbres en hauteur & en grosseur, 122. Un gros & grand arbre est un composé d'un grand nombre de cones ligneux qui s'enveloppent & se recouvrent tant que l'arbre grossit, *ibid.* Comment on connoît l'âge des arbres. Description des couronnes concentriques ou cercles annuels de la croissance des arbres, *ibid.* & *suiv.* Les couches ligneuses varient beaucoup pour l'épaisseur dans les arbres de même espèce, 123. Le bois des arbres fendus par l'effort de la gelée, ne se réunit jamais dans la partie fendue, *Volume IX*, 39. Gerçures dans les arbres; leur origine différente, *ibid.*

ARBRES écorcés (les) du haut en bas & entièrement dépouillés de leur écorce dans le temps de la sève, ne paroissent pas souffrir qu'au bout de deux mois, *Vol. VIII*, 202. Ils deviennent durs au point que la cognée a peine à les entamer, *ibid.* Dévancent les autres pour la verdure lorsqu'ils ne meurent pas dans la première année, 203. Raisons pourquoi on doit défendre l'écorcement des bois taillis, & le permettre pour les futaies, 217.

ARBRES fruitiers. Moyens de hâter la production des arbres fruitiers lorsqu'on ne se soucie pas de les conserver. *Vol. VIII* 214.

ARBRES résineux (les) comme les pins , sapins , épicacéas ; expériences faites sur ces arbres pour en former des cantons de bois , *vol. VIII* , 322 & *suiv.* Ecorcés sur pied ils vivent plus longtemps que les chênes auxquels on fait la même opération , & leur bois acquiert de même plus de force & plus de solidité , 335. Ils sont rarement endommagés dans leur intérieur par les fortes gelées , *vol. IX* , 39.

ARGENT (l') pur & l'or pur en larges plaques exposées au foyer d'un miroir ardent , fument pendant du temps avant de se fondre , & cette fumée très apparente qui sort de ces métaux , est une vapeur purement métallique , ou si l'on veut , le métal lui-même volatilisé ; car cette fumée dore & argente les corps qui y sont exposés , *vol. VIII* , 23 & *suiv.*

AUBIER. Il faut douze ou quinze ans pour que l'aubier d'un chêne acquierre la même solidité que le bois du cœur , *vol. VIII* , 216. L'épaisseur de l'aubier est d'autant plus grande que le nombre des couches qui le forment est plus petit ; explication de ce fait , *vol. IX* , 22 & *s.* Origine du double aubier ou faux aubier dans les arbres , 31. Il est plus foible , moins parfait & moins pesant que l'aubier ordinaire. Preuve par l'expérience , *ibid.* & *suiv.*

AUBUE. Terre vitrescible dont on doit faire
Hist. nat. Tome IX.

usage dans les fourneaux à fondre les mines de fer dans de certains cas, vol. VIII, 66. Elle est préférable aux autres matieres vitrescibles dans la fusion du fer, parce que cette terre fond plus aisément que les cailloux & les autres matieres vitrifiables, *ibid.* & *suiv.*

B

BALANCES. Considérations sur la précision des balances. — On ignore quelle doit être pour un poids donné la balance la plus exacte, vol. VIII, 12 & *suiv.* Les balances très sensibles sont très capricieuses. — Une balance moins sensible est plus constante & plus fidèle 12.

BOIS. Maniere dont les arbres croissent & dont le bois se forme, vol VIII, 121. Dans le bois, la cohérence longitudinale est bien plus considérable que l'union transversale, 125 & *suiv.* Défauts des petites pièces de bois sur lesquelles on a voulu faire des expériences pour en reconnoître la force, *ibid.* Dans le même terrain, le bois qui croît le plus vite est le plus fort, 134. Expériences sur la pesanteur spécifique du bois, 141. Il y a environ un quinzième de différence entre la pesanteur spécifique du cœur de chêne, & la pesanteur spécifique de l'aubier, 143. La pesanteur spécifique du bois décroît à très peu près en raison arithmétique depuis le centre jusqu'à la circonférence de l'arbre, *ibid.* Le bois du pied d'un arbre pèse plus que celui du milieu, & celui du milieu plus que celui du sommet, 144. Dès que les arbres cessent de croître, cette proportion

commence à varier, *ibid.* Preuve par l'expérience que dans les vieux chênes au dessus de l'âge de cent ou cent dix ans, le cœur n'est plus la partie la plus pesante de l'arbre, & qu'en même temps l'aubier est plus solide dans les vieux que dans les jeunes arbres, 145. L'âge où le bois des arbres est dans sa perfection, n'est ni dans le temps de la jeunesse ni dans celui de la vieillesse de l'arbre, mais dans l'âge moyen, où les différentes parties de l'arbre sont à-peu-près d'égale pesanteur, *ibid.* Dans l'extrême vieillesse de l'arbre, le cœur, bien loin d'être le plus pesant, est souvent plus léger que l'aubier, *ibid.* Raison pourquoi dans un même terrain il se trouve quelquefois des arbres dont le bois est très différent en pesanteur & en résistance. — La seule humidité plus ou moins grande du terrain qui se trouve au pied de l'arbre, peut produire cette différence, 171. Le bois des terrains sablonneux a beaucoup moins de pesanteur & de résistance que celui des terrains fermes & argileux. — Preuve par l'expérience, 172. Il y a dans le bois une matière grasse que l'eau dissout fort aisément, & le bois contient des parties ferrugineuses qui donnent à cette dissolution une couleur brune-noire, 271. Domma-ges que les baliveaux portent aux taillis, 282. Le bois des baliveaux n'est pas ordinairement de bonne qualité, *ibid.* Le quart de réserve dans les bois des ecclésiastiques & gens de main-morte, est un avantage pour l'Etat, qu'il est utile de maintenir. — Les arbres de ces réserves ne sont pas sujets aux défauts des baliveaux, & ne produisent pas les mêmes inconvénients. — Moyens de rendre ces réserves encore plus utiles, 283. Exposition du progrès de l'accroissement du bois.

287 & *suiv.* Il n'y a point de terrain, quelque mauvais, quelque ingrat qu'il paroisse, dont on ne puisse tirer parti, même pour planter des bois, & il ne s'agit que de connoître les différentes espèces d'arbres qui conviennent aux différens terrains, 302. La quantité de bois de service, c'est-à-dire, de bois parfait de chêne, déduction faite de l'aubier, est au même âge des arbres plus que double dans un bon terrain que dans un mauvais terrain, vol. IX, 23.

BOIS, *desséchement du bois.* Expériences réduites en Tables sur le desséchement du bois, vol. VIII, 222 & *suiv.* Expériences réduites en Tables sur le temps & la gradation du desséchement, 223. Le bois se réduit par son desséchement aux deux tiers de sa pesanteur. — D'où l'on doit conclure que la sève fait un tiers de la pesanteur du bois, & qu'ainsi il n'y a dans le bois que deux tiers de parties solides & ligneuses, & un tiers de parties liquides, & peut-être moins, 226. Le desséchement ne change rien ou presque rien au volume du bois, *ibid.* Expériences réduites en Tables pour reconnoître si ce desséchement se fait proportionnellement aux surfaces, *ibid.* Le desséchement du bois se fait d'abord dans une plus grande raison que celle des surfaces, ensuite dans une moindre proportion, & enfin il devient absolument moindre pour la surface plus grande, 229. Expériences réduites en Tables pour comparer le desséchement du bois parfait, qu'on appelle le *cœur*, avec le desséchement du bois imparfait, qu'on appelle l'*aubier*, 234. Le bois le plus dense est celui qui se dessèche le moins, 236. Il faut sept ans au moins pour dessécher

des solives de 8 à 9 pouces de grosseur, & par conséquent il faudroit beaucoup plus du double de temps, c'est-à-dire, plus de quinze ans pour dessécher une poutre de 16 à 18 pouces d'équarrissage, 277 & suiv. Le bois de chêne gardé dans son écorce, se dessèche si lentement, que le temps qu'on le garde dans son écorce, est presque en pure perte pour le desséchement, *ibid.* Quand le bois est parvenu aux deux tiers de son desséchement, il commence à repomper l'humidité de l'air, & c'est par cette raison qu'il faut garder dans des lieux fermés les bois secs qu'on veut employer à la menuiserie, *ibid.*

BOIS, *force du bois.* Défauts de toutes les expériences qui avoient été faites sur la force & la résistance du bois, avant celles de l'auteur, vol. VIII, 127 & suiv. Le jeune bois est moins fort que le bois plus âgé; un barreau tiré du pied d'un arbre, résiste plus qu'un barreau qui vient du sommet du même arbre. — Un barreau pris à la circonférence près de l'aubier, est moins fort qu'un pareil morceau pris au centre de l'arbre, & le degré de desséchement du bois fait beaucoup à sa résistance. — Le bois vert casse bien plus difficilement que le bois sec, *ibid.* Préparatifs des expériences pour reconnoître la force relative des pièces de bois de différentes grandeurs & grosseurs. — Les bois venus dans différens terrains ont des résistances différentes. Il en est de même des bois des différens pays, quoique pris dans des arbres de même espèce, 128. Le degré de desséchement du bois fait varier très considérablement sa résistance, 130. Description de la machine pour faire rompre les

poutres & les solives de bois, & reconnoître par-là leur résistance respective, *ibid.* & *suiv.* Le bois ne casse jamais sans avertir, à moins que la pièce ne soit fort petite ou fort sèche, 134. Le bois vert casse plus difficilement que le bois sec; & en général le bois qui a du ressort résiste beaucoup plus que celui qui n'en a pas, *ibid.* La force du bois n'est pas proportionnelle à son volume; une pièce double ou quadruple d'une autre pièce de même longueur, est beaucoup plus du double ou du quadruple plus forte que la première. Il en est de même pour la longueur, 135. La force du bois est proportionnelle à sa pesanteur, *ibid.* Utilité qu'on doit tirer de cette remarque, 136. On peut assurer, d'après l'expérience, que la différence de force d'une pièce sur deux appuis, libre par les bouts, & de celle d'une pièce fixée par les deux bouts dans une muraille bâtie à l'ordinaire, est si petite, qu'elle ne mérite pas qu'on y fasse attention, 137. Dans des bâtimens qui doivent durer long-temps, il ne faut donner au bois tout au plus que la moitié de la charge qui peut le faire rompre, *ibid.* Moyens d'estimer la diminution que les nœuds font à la force d'une pièce de bois, 138. Les pièces courbes résistent davantage en opposant à la charge le côté concave, qu'en opposant le côté convexe, 139. Le contraire ne seroit vrai que pour les pièces qui seroient courbes naturellement, & dont le fil du bois seroit continu & non tranché, *ibid.* Un barreau ou une solive résiste bien davantage, lorsque les couches ligneuses qui le composent sont situées perpendiculairement; & plus il y a de couches ligneuses dans les barreaux ou autres petites pièces de bois, plus la

différence de la force de ces pièces dans ces deux positions est considérable, 152. La force des pièces de bois n'est pas proportionnelle à leur grosseur; preuve par l'expérience, 154. Les pièces de 28 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, portent 1800 livres ou environ avant que d'éclater & de rompre; celles de 14 pieds de longueur, sur la même grosseur de 5 pouces, portent 5000 livres, tandis que, par la loi du levier, elles n'auroient dû porter que le double des pièces de 28 pieds, 162 & *suiv.* Il en est de même des pièces de 7 pieds de longueur; elles ne rompent que sous la charge d'environ 11000 livres, tandis que leur force ne devrait être que quadruple de celle des pièces de 28 pieds qui n'est que de 1800, & par conséquent elles auroient dû rompre sous une charge de 7200 livres, 166. Les pièces de 24 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, éclatent & rompent sous la charge de 2200 livres, tandis que les pièces de 12 pieds, & de même grosseur, ne rompent que sous celle de 6000 livres environ, au lieu que, par la loi du levier, elles auroient dû rompre sous la charge de 4400 livres, 168 & *s.* Les pièces de 20 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, portent 3225 livres, tandis que celles de 10 pieds & de même grosseur peuvent porter une charge de 7125 livres, au lieu que, par la loi du levier, elles n'auroient dû porter que 6450 livres, 172. Les pièces de 18 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, portent 3700 livres avant de rompre, & celles de 9 pieds peuvent porter 8308 livres, tandis qu'elles n'auroient dû porter, suivant la règle du levier, que 7400 livres, 173. Les pièces de 16

pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, portent 4350 livres, & celles de 8 pieds, & du même équarrissage, peuvent porter 9787 livres, au lieu que, par la force du levier, elles ne devroient porter que 8700 livres, 174. A mesure que la longueur des pièces de bois diminue, la résistance augmente, & cette augmentation de résistance croît de plus en plus, *ibid.* Les pièces de bois pliées par une forte charge, se redressent presque en entier, & néanmoins rompent ensuite sous une charge moindre que celle qui les avoit courbées, 177.

Force des pièces de 6 pouces d'équarrissage. La charge d'une pièce de 10 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage, est le double & beaucoup plus d'un septième d'une pièce de 20 pieds.

La charge d'une pièce de 9 pieds de longueur est le double & beaucoup plus d'un sixième de celle d'une pièce de 18 pieds.

La charge d'une pièce de 8 pieds de longueur est le double & beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de 16 pieds.

La charge d'une pièce de 7 pieds est le double & beaucoup plus d'un quart de celle d'une pièce de 14 pieds; ainsi l'augmentation de la résistance est beaucoup plus grande à proportion que dans les pièces de 5 pouces d'équarrissage, 180.

Force des pièces de 7 pouces d'équarrissage.

La charge d'une pièce de 10 pieds de longueur & de 7 pouces d'équarrissage, est le double & plus d'un sixième de celle d'une pièce de 18 pieds.

La charge d'une pièce de 9 pieds est le double & près d'un cinquième de celle d'une pièce de 18 pieds.

La charge d'une pièce de 8 pieds de longueur est le double & beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de 16 pieds; ainsi, non-seulement la résistance augmente, mais cette augmentation accroît toujours à mesure que les pièces deviennent plus grosses, c'est-à-dire, que plus les pièces sont courtes, & plus elles ont de résistance, au-delà de ce que suppose la règle du levier; & plus elles sont grosses, plus cette augmentation de résistance est considérable, 186 & *s.*

Examen & modification de la loi donnée par Galilée, pour la résistance des solides, 191. Table de la résistance des pièces de bois de différentes longueur & grosseur, 193 & *suiv.* Moyen facile d'augmenter la force & la durée du bois; 200. Le bois écorcé & séché sur pied est toujours plus pesant & considérablement plus fort que le bois coupé à l'ordinaire. Preuve par l'expérience, 206 & *suiv.* L'aubier du bois écorcé est non-seulement plus fort que l'aubier ordinaire, mais même beaucoup plus que le cœur de chêne non écorcé, quoiqu'il soit moins pesant que ce dernier, 208. La partie extérieure de l'aubier dans des arbres écorcés sur pied, est celle qui résiste

davantage, 209. Le bois des arbres écorcés & séchés sur pied est plus dur, plus solide, plus pesant & plus fort que le bois des arbres abattus dans leur écorce, d'où l'Auteur croit pouvoir conclure qu'il est aussi plus durable, *ibid.* Causes physiques de cet effet, 212. Autres avantages du bois écorcé & séché sur pied, 217 & suivantes.

Bois, *imbibition du bois.* Expériences pour le dessèchement & l'imbibition du bois dans l'eau, que l'Auteur a suivies pendant vingt ans, vol. VIII, 238 & *suiv.* Ces expériences démontrent : 1°. Qu'après le dessèchement à l'air pendant dix ans, & ensuite au soleil & au feu pendant dix jours, le bois de chêne parvenu au dernier degré de dessèchement, perd plus d'un tiers de son poids lorsqu'on le travaille tout verd, & moins d'un tiers lorsqu'on le garde dans son écorce pendant un an avant de le travailler ; 2°. Que le bois gardé dans son écorce, avant d'être travaillé, prend plus promptement & plus abondamment l'eau, & par conséquent l'humidité de l'air que le bois travaillé tout verd. Détail & comparaison des progrès de l'imbibition du bois dans l'eau, 258 & *suiv.* 3°. Quel est le temps nécessaire pour que le bois reprenne autant d'eau qu'il a perdu de sève en se desséchant, 260. 4°. Le bois plongé dans l'eau tire non-seulement autant d'humidité qu'il contenoit de sève, mais encore près d'un quart au-delà, & la différence est de 3 à 5 environ. Un morceau de bois bien sec, qui ne pèse que 30 livres, en pèsera 50 lorsqu'il aura séjourné plusieurs années dans l'eau, *ibid.* 5°. Lorsque l'imbibition du bois dans l'eau

est plénier, le bois suit au fond de l'eau les vicissitudes de l'atmosphère ; il se trouve toujours plus pesant lorsqu'il pleut, & plus léger lorsqu'il fait beau. Preuve par une expérience suivie pendant trois ans. *Ibid.* Comparaison des progrès de l'imbibition des bois dont la solidité est plus ou moins grande, 261. Expériences réduites en Tables sur les variations de la pesanteur du bois dans l'eau, 264 & *suiv.* Ces expériences démontrent que le bois gardé dans l'eau, en tire & rejette alternativement dans une proportion dont les quantités sont très considérables par rapport au total de l'imbibition, 267. Expériences réduites en Tables sur l'imbibition du bois vert, 269. Autres expériences réduites en Tables, & comparaison de l'imbibition du bois sec dans l'eau douce & dans l'eau salée, 271 & *suiv.* Le bois tire l'eau douce en plus grande quantité que l'eau salée, 272. Etant plongé dans l'eau il s'imbibe bien plus promptement qu'il ne se dessèche à l'air, 280.

BOIS, *plantation des bois.* Exposition d'un grand nombre d'essais pour semer & planter du bois, vol. VIII, 293 & *suiv.* Une plantation de bois par de jeunes arbres tirés des forêts ne peut avoir un grand succès, 297 & *suiv.* Au contraire, de jeunes arbres tirés d'une pépinière, peuvent se planter avec succès. *Ibid.* Exposition des différentes manières de cultiver les jeunes bois plantés ou semés, 304. L'accroissement des jeunes bois peut indiquer le temps où il faut les receper, 315 & *suiv.*

BOIS, *semis de bois.* Voyez SEMIS DE BOIS.

Bois taillis La gelée fait un beaucoup plus grand tort aux taillis surchargés de baliveaux qu'à ceux où les baliveaux sont en petit nombre, vol. VIII, 282. Les coupes réglées dans les bois ne sont pas, comme on le croit, le moyen d'en tirer le plus grand produit, 287 & suiv. Dans les bons terrains, on gagnera à retarder les coupes; & dans ceux où il n'y a pas de fond, il faut couper les bois fort jeunes. *Ibid.* Avantages qu'on peut tirer des bois blancs, tels que le coudrier, le marseau, le bouleau dans l'exploitation des taillis, 327. Age auquel on doit les couper, suivant la nature du terrain, 328. Différence de l'accroissement des taillis dans les parties élevées & dans les parties basses du terrain. -- Observations importantes à ce sujet, 330 & suiv. Exploitation des taillis en jardinant. *Ibid.*

C

CANONS de bronze. Les canons de bronze font un bruit au moment de l'explosion qui offense plus l'organe de l'ouïe que celui des canons de fonte de fer, vol. VIII, 88.

CANONS de fer battu. Raisons que l'on donne pour ne s'en pas servir sur les vaisseaux, vol. VIII, 88.

CANONS de fonte de fer. Les canons de la marine sont de fonte de fer; raisons de cet usage, vol. VIII, 88. Travail de l'Auteur dans la vue de perfectionner les canons de la marine, 92 & suiv. Manière dont on fond les canons de fonte de fer. — Préjugés qui faisoient craindre de fon-

dre des gros canons à un seul fourneau, *ibid.* & *suiv.* La pratique de couler les gros canons de fonte de fer à trois ou tout au moins à deux fourneaux, comme on l'avoit toujours fait, a été rectifiée par l'Auteur, & on a coulé avec plus d'aisance & d'avantage ces gros canons à un seul fourneau, 93 & *suiv.* Raisons pourquoi les canons coulés à deux ou trois fourneaux sont plus mauvais que ceux qu'on coule à un seul fourneau. *Ibid.* & *suiv.* Causes qui contribuent à la fragilité des canons de fonte de fer, 94. C'est une mauvaise pratique que de leur enlever leur première écorce, & de les travailler au tour, cela diminue considérablement leur résistance, *ibid.* Raisons pour & contre les deux pratiques de couler les canons pleins ou creux ; il est difficile de décider laquelle seroit la meilleure, 99 & *suiv.* Raisons pourquoi la fonte de fer de nos canons de la marine n'a pas la résistance qu'elle devroit avoir. --- Expériences à ce sujet, qui démontrent qu'on a coulé des fontes tendres pour les canons, uniquement par la raison de pouvoir les forer plus aisément, 102 & *suiv.* Examen de la fonte, & travail pour refondre les canons envoyés de la forge de la Nouée en Bretagne, 104 & *suiv.* Les épreuves de la résistance des canons par la surcharge de la poudre, sont non-seulement fautives, mais même très désavantageuses, & l'on gâte une pièce toutes les fois qu'on l'éprouve avec une plus forte charge que la charge ordinaire. -- Preuve de cette vérité, 108 & *suiv.* Moyen simple & sûr de s'assurer de leur résistance, 109. Machine à forer les canons, par M. le marquis de Montalembert, bien préférable à celle de M. Maritz ; exposi-

tions de leurs différences, 112 & suiv. Précautions à prendre pour qu'il ne tombe dans le moule du canon que de la fonte pure. *Ibid.* & suiv. Il n'est pas impossible de purifier la fonte de fer au degré qui seroit nécessaire, pour que les canons de cette matiere ne fissent que se fendre au lieu d'éclater par l'explosion de la poudre. --- Ce seroit une très grande découverte par son utilité & pour le salut de la vie des marins, 119.

CASTINE. Gros gravier calcaire & sans mélange de terre dont on doit faire usage dans les fourneaux à fondre la mine de fer, lorsque ce sont des mines mêlées de matieres vitrescibles, & dont on ne doit pas se servir lorsque les mines se trouvent mêlées de matieres calcaires, vol. VIII, 66. On pêche presque par-tout par l'excès de castine qu'on met dans les fourneaux, *ibid.*

CHALEUR. Voyez Feu, vol. VIII, 6. La chaleur est une matiere qui ne diffère pas beaucoup de celle de la lumiere elle-même, qui, quand elle est très forte ou réunie en grande quantité, change de forme, diminue de vitesse, & au lieu d'agir sur le sens de la vue, affecte les organes du toucher, *ibid.* Elle produit dans tous les corps une dilatation, c'est-à-dire, une séparation entre leurs parties constituantes, *ibid.* La diminution du feu ou de la très grande chaleur se fait toujours à très peu près en raison de l'épaisseur des corps ou des diamètres des globes de même matiere, vol. IX, 65. La déperdition de la chaleur, de quelque degré qu'elle soit, se fait en même raison que l'écoulement du temps; 70.

CHALEUR du fer rouge (la) & du verre en incandescence, est huit fois plus grande que la chaleur de l'eau bouillante, & vingt-quatre fois plus grande que celle du soleil en été, vol. IX, 77. Cette chaleur du fer rouge doit être estimée à très peu près vingt-cinq, relativement à la chaleur propre & actuelle du globe terrestre. — Ainsi, le globe terrestre, dans le temps de l'incandescence, étoit vingt-cinq fois plus chaud qu'il ne l'est aujourd'hui. *Ibid.* & *suiv.*

CHALEUR du globe terrestre. Dans l'hypothèse que le globe terrestre a été originairement dans un état de liquéfaction causée par le feu, & que ce même globe est principalement composé de trois matières, savoir, les substances ferrugineuses, calcaires & vitrescibles, il auroit fallu 2905 ans pour le consolider jusqu'au centre, 33911 ans pour le refroidir au point d'en toucher la surface, & 74047 ans pour le refroidir au point de la température actuelle, vol. IX, 65 & *suiv.* Exposition des différens états & degrés de chaleur par où le globe terrestre a passé avant d'arriver à la température, 70 & *suiv.* Le refroidissement du globe a été retardé & en partie compensé par la chaleur du soleil, & même par celle de la lune. — Recherches sur ces deux espèces de compensation, 73. Estimation de la chaleur qui émane actuellement de la terre, & de celle qui lui vient du soleil, 74 & *suiv.* La chaleur qui émane du globe de la terre est en tout temps & en toutes saisons bien plus grande que celle qu'il reçoit du soleil, *ibid.* Cette chaleur qui appartient en propre au globe terrestre, & qui en émane à sa surface, est cinquante fois plus gran-

de que celle qui lui vient du soleil, 76. Comparaison des différens degrés de chaleur depuis la température actuelle jusqu'à l'incandescence, 77. Estimation de la compensation qu'a faite la chaleur du soleil & celle de la lune à la perte de la chaleur propre du globe de la terre, depuis son incandescence jusqu'à ce jour, 78. Recherches de la compensation qu'a pu faire la chaleur envoyée par la lune à la perte de la chaleur de la terre, *ibid.* Temps auquel la lune a pu envoyer de la chaleur à la terre, 80. On doit regarder comme nulle la chaleur que toutes les planètes, à l'exception de la lune, ont pu envoyer à la terre — Le temps qui s'est écoulé depuis celui de l'incandescence de la terre, toute perte & compensation évaluée, est réellement de 74832 ans, 82. Idée que l'on doit avoir d'une chaleur vingt-cinq fois plus grande ou vingt-cinq fois plus petite que la chaleur actuelle du globe de la terre, 91 & *suiv.* Raisons pourquoi l'auteur a pris pour terme de la plus petite chaleur $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la terre, *ibid.* Recherches de la perte de la chaleur propre du globe terrestre, & des compensations à cette perte, 93 & *suiv.* Le moment où la chaleur envoyée par le soleil à la terre, sera égale à la chaleur propre du globe, ne se trouvera que dans l'année 154018 de la formation des planètes, *ibid.* La chaleur intérieure de la terre est le vrai feu qui nous anime, auquel la chaleur du soleil ne fait qu'un accessoire, 245. La chaleur propre du globe terrestre est beaucoup plus forte que celle qui lui vient du soleil. — Raisons qui paroissent décider que cette chaleur qui nous vient du soleil n'est que $\frac{1}{50}$ de la chaleur propre de la terre. Si l'on supposoit cette
chaleur

chaleur du soleil beaucoup plus grande à proportion, cela ne feroit que reculer la date de la formation des planètes, & alonger le temps de leur refroidissement, 253. La déperdition de la chaleur propre du globe terrestre a dû être plus grande sous les pôles que sous l'équateur, à-peu-près dans la raison de 255. Exposition des faits & des observations par lesquelles on s'est assuré que la chaleur du soleil n'est qu'un accessoire, un petit complément à la chaleur réelle qui émane continuellement du globe de la terre, 266. La postérité pourra, en partant de nos observations, reconnoître dans quelques siècles la diminution réelle de la chaleur sur le globe terrestre, 277. Deux causes particulieres de chaleur dans le globe terrestre; la premiere, l'inflammation des matières combustibles, ce qui ne peut produire qu'une très petite augmentation à la chaleur totale; la seconde, le frottement occasionné dans le globe terrestre par la pression & le mouvement de la lune autour de la terre, & cette seconde cause peut produire une augmentation assez considérable à la chaleur propre du globe terrestre, 279 & *suiv.*

CHARBON. On doit préférer le charbon de bois de chêne pour les grands fourneaux à fondre les mines de fer, & employer le charbon des bois plus doux à la forge & aux affineries, vol. VIII, 79.

CHATAIGNERS. Le bois de chêne blanc a souvent été pris pour du bois de châtaigner, vol. VIII, 332.

CHAUD. Les limites du plus grand chaud de l'été au plus grand froid de l'hiver, sont comprises dans un intervalle qui n'est qu'un trente-deuxième de la chaleur réelle totale, vol. IX, 251.

CHAUMES. Différence des chaumes & des friches, vol. VIII, 344.

CHÊNES. Comparaison de l'accroissement des chênes semés & cultivés dans un jardin, & des chênes semés en pleine campagne & abandonnés sans culture, vol. VIII, 210. Différentes espèces de chênes; observations utiles à ce sujet, 258. Comparaisons du bois de chêne à gros glands au bois de chêne à petits glands, 259. Les chênes sont souvent endommagés par la gelée du printemps dans les forêts, tandis que ceux qui sont dans les haies & dans les autres lieux découverts, ne le sont point du tout. — Cause de cet effet, vol. IX, 47.

CIEUX. Tableau physique des cieux, vol. IX, 234 & suiv.

CLIMATS. Dans tous les climats de la terre, les étés sont égaux, tandis que les hivers sont prodigieusement inégaux. — Examen & réfutation de l'explication que feu M. de Mairan a donnée de ce fait. — Cause réelle de cet effet démontrée par l'auteur. — Les hivers sont d'autant plus inégaux qu'on s'avance plus vers les zones froides, vol. IX, 251 & suiv. Raison pourquoi les plantes végètent plus vite, & que les récoltes se font en beaucoup moins de temps dans les cli-

mats du nord; & pourquoi l'on y ressent souvent au commencement de l'été des chaleurs insoutenables, 260.

CLOCHES (les) faites de fonte de fer, sont d'autant plus sonores que la fonte est plus cassante, & par cette raison il faut leur donner plus d'épaisseur qu'aux cloches faites du métal ordinaire, vol. VIII, 85.

COAGULATION de la fonte de fer. Expériences sur ce sujet, vol. VIII, 27 & suiv.

COMÈTES. Il existe probablement dans le système solaire quatre ou cinq cents comètes, qui parcourent en tout sens les différentes régions de cette vaste sphere, vol. IX, 237. Quand même il existeroit des comètes dont la période de révolution seroit double, triple & même décuple de la période de 575 ans, la plus longue qui nous soit connue, & qu'en conséquence ces comètes s'enfonceroient à une profondeur dix fois plus grande, il y auroit encore un espace soixante-quatorze ou soixante-quinze fois plus profond pour arriver aux confins du système du Soleil & du système de Sirius, 238 & suiv. Raisons qui semblent prouver que les comètes ne peuvent passer d'un système dans un autre, 241.

CONSOLIDATION. Les temps nécessaires pour consolider le métal fluide (le fer), sont en même raison que celle de son épaisseur. — Preuve de cette vérité par l'expérience, vol. VIII, 29.

COUCHE ligneuse. Expérience qui démontre la vraie cause de la différente épaisseur, & de l'excentricité des couches ligneuses dans les arbres. — Cela dépend de la force & de la position des racines & des branches, vol. IX, 10.

COUPES de bois. Voyez Bois.

D

DILATATION (la) respective dans les différens corps, est en même raison que leur fusibilité, & la promptitude du progrès de la chaleur dans ces mêmes corps est en même raison que leur fusibilité. — Preuve par l'expérience, vol. VIII, 8.

E

EMANATIONS (les) de la chaleur du globe terrestre sont supprimées par la gelée & par les vents froids qui descendent du haut de l'air, & c'est cette cause qui produit la très grande inégalité qui se trouve entre les hivers des différens climats, vol. IX, 259 & suiv.

EQUATEUR. Dans le climat de l'équateur, l'intensité de la chaleur en été est à très peu près égale à l'intensité de la chaleur en hiver. — Et dans ce même climat la chaleur qui émane de la terre est cinquante fois plus grande que celle qui arrive du soleil, vol. IX, 73.

ETOILES fixes. Ce qui arriveroit si une étoile

fixe , qu'on doit regarder comme un soleil , changeoit de lieu & venoit à s'approcher d'un autre soleil, vol. IX, 242.

F

FER. Ses qualités, vol. VIII, 53 & *suiv.* Véritable raison pourquoi l'on ne fabrique que du mauvais fer presque par-tout en France, 5 & *suiv.* Le fer, comme tout autre métal, est un dans la nature. — Démonstration de cette vérité, 67 & *suiv.* Différence de ce qu'il coûte & de ce qu'on le vend, par laquelle il est démontré qu'il est de l'intérêt de tous les maîtres de forge de faire du mauvais fer, 81 & *suiv.* Maniere de tirer le fer immédiatement de sa mine sans le faire couler en fonte, 86. Le fer soudé avec d'autre fer, par le moyen du soufre, est une mauvaise pratique, 109 & *suiv.*

FER chaud (le) transporté dans un lieu obscur, jette de la lumière & même des étincelles pendant un plus long temps qu'on ne l'imagineroit, vol. VIII, 13. Le fer chauffé à blanc, & qui n'a été malléé que deux fois avant d'être chauffé, perd en se refroidissant $\frac{1}{428}$ de sa masse, 18. Etant parfaitement malléé quatre fois, & parfaitement forgé, ensuite chauffé à blanc, perd, en se refroidissant, environ $\frac{1}{425}$ de son poids, *ibid.*

FER & matieres ferrugineuses. Toutes les matieres ferrugineuses qui ont subi l'action du feu, sont attirables par l'aimant, & la plupart des

mines de fer en grains, quoique contenant beaucoup de matieres ferrugineuses, ne sont point attirables par l'aimant, à moins qu'on ne leur fasse auparavant subir l'action du feu, vol. VIII, 42 & *suiv.*

FEU (le) ne peut guere exister sans lumiere & jamais sans chaleur, tandis que la lumiere existe souvent sans chaleur sensible, comme la chaleur existe encore plus souvent sans lumiere, vol. VIII, 5. La chaleur & la lumiere sont les deux élémens matériels du feu; ces deux élémens réunis ne sont que le feu même, & ces deux matieres nous affectent chacune sous leur forme propre; c'est-à-dire, d'une maniere différente, 11 & *suiv.* Poids réel du feu; maniere de s'en assurer par l'expérience, 15 & *suiv.* Le feu a, comme toute autre matiere, une pesanteur réelle dont on peut connoître le rapport à la balance, dans les substances qui, comme le verre, ne peuvent être altérées par son action. — La quantité de feu nécessaire pour rougir une masse quelconque, pèse $\frac{1}{570}$, ou, si l'on veut, une six centième partie de cette masse, en sorte que si elle pèse froide six cents livres, elle pèsera chaude six cents une livres lorsqu'elle sera rouge couleur de feu. — Et sur les matieres qui, comme le fer, sont susceptibles d'un plus grand degré de feu & chauffées à blanc, la quantité de feu est d'environ $\frac{1}{500}$ au lieu de $\frac{1}{600}$, 22 & *suiv.*

FLUIDITÉ. Toute fluidité a la chaleur pour cause; & toute dilatation dans les corps doit être regardée comme une fluidité commençante, vol. VIII, 7.

FONTE de fer (la) pesée chaude couleur de cerise, perd, en se refroidissant, environ $\frac{1}{514}$ de son poids, ce qui fait une moindre diminution que celle du fer forgé; raison de cette différence, vol. VIII, 19. Les mauvaises fontes de fer coulent plus aisément à l'affinerie que les bonnes, 81 & *suiv.* Description de la bonne fonte de fer & de la mauvaise, 83 & *suiv.* Sa définition physique; ce n'est point encore un métal, mais un mélange de fer & de verre, &c. — Examen des différentes espèces de fontes de fer, 86. Expériences qui démontrent qu'on peut tenir la fonte de fer très long-temps en fusion & en très grand volume dans le creuset du fourneau sans aucun danger, & même avec avantage, 92. La fonte de fer coulée en masse, comme canons, enclumes, boulets, &c. se trouve toujours être plus pure à la circonférence qu'au centre de ces masses, 94. & *suiv.* Cette même fonte en masse est toujours plus dure à l'extérieur qu'à l'intérieur, *ibid.* La fonte de fer de bonne qualité est ordinairement plus difficile à forer que la mauvaise, 102.

FORÊTS. Age auquel on doit abattre les forêts, suivant les différens terrains, pour en tirer du bois du meilleur service, vol. VIII, 283.

FOURNEAU. Grand fourneau à fondre les mines de fer; sa forme & ses proportions les plus avantageuses, vol. VIII, 69 & *suiv.* Manière de charger ce fourneau, qu'on doit préférer à toutes les autres, 71 & *suiv.*

FOURNEAU pour obtenir du fer par coagu-

lation & de l'acier naturel, avec moins de dépense que dans les grands fourneaux, vol. VIII, 48 & suiv.

FROID. Pourquoi la plus grande chaleur étant égale en été dans tous les climats, le plus grand froid est au contraire très inégal, & d'autant plus inégal, qu'on approche davantage du climat des pôles, vol. IX, 205 & suiv. Pourquoi le froid de Sibérie est bien plus grand que celui des autres contrées du nord qui sont sous la même latitude, *ibid.*

G

GELÉES. Dommage considérable qu'elles portent au jeune bois; moyens de prévenir en partie ces dommages, vol. VIII, 286. La gelée du printemps agit sur les bois taillis bien plus vivement à l'exposition du midi qu'à l'exposition du nord; elle fait tout périr à l'abri du vent, tandis qu'elle épargne tout dans les endroits où il peut passer librement, 287. Différence des effets de la gelée d'hiver & de la gelée du printemps, vol. IX, 28. Vices produits par la grande gelée d'hiver, qui se reconnoissent dans l'intérieur des arbres, 30. Expériences qui prouvent démonstrativement que la gelée du printemps fait beaucoup plus de mal à l'exposition du midi qu'à l'exposition du nord, 44 & suiv. Il y a peu de pays où il gèle dans les plaines au-delà du 35^e degré, surtout dans l'hémisphère boréal, 263.

GELIVURE

GELIVURE dans l'intérieur des arbres ; origine de ce défaut , vol. IX , 37.

GÉODES (les) ou pierres d'aigle , sont de très gros grains de mines de fer , dont la cavité est fort grande , vol. VIII , 75.

GLANDS germés. Expériences sur l'amputation de leur pédicule , vol. VIII , 297 & suiv.

GLOBE terrestre. Voyez CHALEUR du Globe terrestre.

GLOBE terrestre (le) n'a pu prendre sa forme élevée sous l'équateur & abaissée sous les pôles , qu'en vertu de la force centrifuge combinée avec celle de la pesanteur ; il a par conséquent dû tourner sur son axe pendant un petit temps , avant que sa surface ait pris sa consistance , & ensuite la matière intérieure s'est consolidée dans les mêmes rapports de temps indiqués par les expériences précédentes , vol. VIII , 39 & suiv. Le globe terrestre a été la septième terre habitable , & la Nature vivante a commencé à s'y établir dans l'année 34771 , pour durer jusqu'à l'année 168123 de la formation des planètes , vol. IX , 218 & suiv.

GLOBES. Dans des globes de différentes grosseurs , la chaleur ou le feu du plus haut degré pendant tout le temps de leur incandescence , s'y conserve & y dure en raison de leur diamètre. Preuve de cette vérité par l'expérience , vol. VIII , 36.

GRÈS. La plupart des espèces de grès s'égrènant au feu, on ne peut guere leur donner un très grand degré de chaleur tel qu'il le faudroit pour l'incandescence. — Ils ne gagnent rien au feu, & n'y perdent que très peu de leur poids, vol. VIII, 21.

H

HÊTRE. (le) La graine de hêtre ne peut pas sortir dans les terres fortes, parce qu'elle pousse au-dehors son enveloppe, au-dessus de la tige naissante : ainsi il lui faut une terre meuble & facile à diviser, sans quoi elle reste & pourrit, vol. VIII, 320.

I

INCANDESCENCE. Il faut une livre de matiere ignée, c'est-à-dire, une livre réelle de feu, pour donner à six cents livres de toute autre matiere l'état d'incandescence jusqu'au rouge couleur de feu; & environ une livre sur cinq cents, pour que l'incandescence soit jusqu'au blanc ou jusqu'à la fusion, vol. VIII, 14 & *suiv.* Expériences sur la durée de l'incandescence dans le fer, 32 & *suiv.* La durée de l'incandescence est comme celle de la prise de consistance de la matiere, en même raison que l'épaisseur des masses. Preuve de cette vérité par l'expérience, 35 & *suiv.* Durée de l'incandescence, la plus forte compression qu'on puisse donner à la matiere pénétrée de feu autant qu'elle peut l'être, ne diminue que de $\frac{1}{16}$ partie la durée de son incandescence, &

dans la matiere qui ne reçoit point de compression extérieure, cette durée est en même raison que son épaisseur, 37 & *suiv.*

J

JUPITER. (Planète de) Si Jupiter étoit de même densité que la Terre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 31955 ans; refroidi à pouvoir en toucher la surface en 373021 ans; & à la température actuelle de la terre en 814514 ans; mais comme sa densité n'est à celle de la terre que : : 292 : 1000, il s'est consolidé jusqu'au centre en 9331 ans $\frac{1}{2}$; refroidi au point d'en pouvoir toucher la surface en 108922 ans; & enfin ne se refroidira à la température actuelle de la terre qu'en 237838 ans, vol. IX, 70 & *s.* Recherches sur la perte de la chaleur propre de cette planète, & sur la compensation à cette perte, 103 & *suiv.* Cette planète ne jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, que dans l'année 240451 de la formation des planètes, 104. Le moment où la chaleur envoyée par le soleil à Jupiter, se trouvera égale à la chaleur propre de cette planète, n'arrivera que dans l'année 740303 de la formation des planètes, 105. La surface que présente Jupiter à son premier Satellite, est 39032 $\frac{1}{2}$ fois plus grande que celle que lui présente le soleil; ainsi, dans le temps de l'incandescence, cette grosse planète étoit pour son premier satellite, un astre de feu 39032 $\frac{1}{2}$ fois plus grande que le soleil, 114 & *s.* Cette planète est la dernière sur laquelle la nature vivante pourra s'établir, & elle n'a pu encore le faire, à cause de la trop grande chaleur.

qui subsiste encore aujourd'hui sur cette planète, 225 & *suiv.* La nature organisée, telle que nous la connoissons, n'est donc point encore née dans Jupiter, dont la chaleur est encore trop grande pour pouvoir en toucher la surface, 231.

JUPITER, *Satellites de Jupiter.* Grandeur relative des quatre *Satellites* de Jupiter, vol. IX, 110 & *suiv.* Recherches de la compensation faite par la chaleur de Jupiter à la perte de la chaleur propre de ses *satellites*, 112 & *suiv.*

Satellites de Jupiter. 1er *Satellite.* Recherches sur la perte de la chaleur propre de ce *satellite*, & sur la compensation à cette perte, 113 & *suiv.* Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à ce *satellite*, a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé dès le temps de l'incandescence, 117 & *suiv.* Comparaison de la chaleur envoyée à ce *satellite* par Jupiter, & de la chaleur envoyée par le soleil, 118. Ce *satellite* ne jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, que dans l'année 222120 de la formation des planètes, *ibid.* Et ce ne sera que dans l'année 444406 de la formation des planètes qu'il sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre, 123 & *suiv.* Ce *satellite* a été la seizième terre habitable, & la nature vivante y a duré depuis l'année 71166, & y durera jusqu'à l'année 311973 de la formation des planètes, 225. La nature organisée, telle que nous la connoissons, est dans sa première vigueur sur ce premier *satellite* de Jupiter, 230.

2d *Satellite.* Recherches sur la perte de la

chaleur propre de ce satellite, & sur la compensation à cette perte, 120 & *suiv.* Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite, s'est trouvée égale à sa chaleur propre, est arrivé dès l'année 639 de la formation des planètes, 126. Il ne jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, que dans l'année 193090 de la formation des planètes, 130 & *suiv.* Et ce ne sera que dans l'année 386180 de la formation des planètes qu'il sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre, 132. Ce satellite a été la quinzième terre habitable, & la nature vivante y a duré depuis l'année 61425, & y durera jusqu'à l'année 271098 de la formation des planètes, 225. La nature organisée, telle que nous la connoissons, est dans sa première vigueur sur ce satellite, 230.

3^e *Satellite.* Recherches sur la perte de la chaleur propre de ce satellite, & sur la compensation à cette perte, 132. Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite, s'est trouvée égale à sa chaleur propre, est arrivé dès l'année 2490 de la formation des planètes, 136. Il ne jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, que dans l'année 176212 de la formation des planètes. — Et ce ne sera que dans l'année 352425 de la formation des planètes, qu'il sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre, 141. Ce satellite a été la treizième terre habitable, & la nature vivante y a duré depuis l'année 56651, & y durera jusqu'à l'année 247401 de la formation des planètes, 225 & *suiv.* La nature organisée, telle que nous la connois-

sons, est en pleine existence sur ce troisième satellite de Jupiter, 231.

4e *Satellite*. Recherches sur la perte de la chaleur propre de ce satellite, & sur la compensation à cette perte, 142 & *suiv.* Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite, s'est trouvée égale à sa chaleur propre, est arrivé dans l'année 15279 de la formation des planètes, 145. Il a joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, dans l'année 70296 de la formation des planètes. — Et ce ne sera que dans l'année 140392 de la formation des planètes qu'il sera refroidi à $2^{\frac{1}{2}}$ de la température actuelle de la terre, 149 & *suiv.*

Satellites de Jupiter.

Ce satellite a été la cinquième terre habitable, la nature vivante y a duré depuis l'année 22600, & y durera jusqu'à l'année 98696 de la formation des planètes, 221. La nature organisée, telle que nous la connaissons, est foible dans ce quatrième satellite de Jupiter.

L

LAITIER. La couleur & la qualité du laitier sont les plus sûrs indices de la bonne ou mauvaise allure d'un fourneau, & de la bonne ou mauvaise proportion de la quantité de mine & de charbon, & du mélange proportionnel de la matière calcaire & de la matière vitrescible. — Description de la couleur & de la consistance d'un bon laitier. — Différence entre le laitier & la mine brûlée, vol. VIII, 68 & *suiv.*

LAVOIRS. Différentes espèces de lavoirs pour les mines de fer en grains, & les usages que l'on en doit faire suivant les différentes espèces de mines, vol. VIII, 61 & *suiv.*

LUMIERE. Voyez FEU.

LUMIERE (la) est une matière mobile , élastique & pesante comme toutes les autres matières. — Démonstration de cette vérité, vol. VIII, 2.

LUNE. Si la lune étoit de même densité que la terre , elle se seroit consolidée jusqu'au centre en 792 ans environ ; refroidie à pouvoir la toucher , en 9248 ans environ ; & à la température actuelle de la terre , en 20194 ans ; mais comme sa densité n'est à celle de la terre que : : 702 : 1000 , elle s'est consolidée jusqu'au centre en 556 ans ; refroidie à pouvoir en toucher la surface , en 6492 ans ; & enfin refroidie à la température actuelle de la terre , en 14176 ans , vol. IX, 65 & *suiv.* Evaluation de la compensation que la chaleur du soleil a faite à la perte de la chaleur propre de la lune , & aussi de la compensation que la chaleur du globe terrestre a pu faire à la perte de cette même chaleur de la lune , 84 & *suiv.* Ce que c'est que cette couleur terne qu'on voit sur la surface de la lune lorsqu'elle n'est pas éclairée du soleil , 85. Expériences par le moyen des miroirs d'Archimède , pour se procurer une lumière seize fois plus forte que celle de la lune , lumière qui est égale à celle de la terre envoyée à la lune , 86. Une lumière seize fois plus forte que celle de la lune , équivalent & au-delà à la lumière du jour lorsque le ciel est couvert de

nuages, *ibid.* La lumière n'est pas la seule émanation bénigne que la lune ait reçue de la terre; car elle en a reçu autrefois beaucoup de chaleur, & en reçoit encore actuellement, 87. Estimation du feu que la terre envoyoit à la lune dans le temps de l'incandescence, *ibid.* Le temps qui s'est écoulé depuis l'incandescence de la lune jusqu'à son refroidissement à la température actuelle de la terre, est réellement de 16409 ans, 88. Recherches sur la perte de la chaleur propre de la lune & de la compensation à cette perte, depuis le temps où la lune étoit refroidie à la température actuelle de la terre, jusqu'au temps où elle s'est trouvée refroidie vingt-cinq fois davantage, *ibid.* Le moment où la chaleur envoyée par le soleil à la lune a été égale à la chaleur propre de cette planète, s'est trouvé dans l'année 29792 de la formation des planètes, 91. Cette planète a été la seconde terre habitable, & la nature vivante n'y a duré que depuis l'année 7515 jusqu'à l'année 72514 de la formation des planètes, 221 & *suiv.* La nature organisée telle que nous la connoissons, est éteinte dans la lune depuis 2318 ans, 227 & *suiv.*

M

MARS. (Planète de) Si Mars étoit de même densité que la terre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 1510 ans²; refroidi à pouvoir en toucher la surface en 17634 ans, & à la température actuelle de la terre, en 38504 ans; mais comme la densité n'est à celle de la terre que : : 730 : 1000, il s'est consolidé jusqu'au centre en 1102 ans, refroidi au point d'en pouvoir tou-

cher la surface en 12873, & enfin à la température actuelle de la terre en 28108 ans, vol. IX, 68. Recherches sur la perte de la chaleur propre de Mars, & sur la compensation à cette perte, 100. Cette planète a joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre dans l'année 28538 de la formation des planètes, 101. Le moment où la chaleur envoyée par le soleil à cette planète s'est trouvée égale à sa chaleur propre, a été dans l'année 42609 de la formation des planètes, 102. Mars a été la troisième terre habitable, & la nature vivante n'y a duré que depuis l'année 13034 jusqu'à l'année 60326 de la formation des planètes, 221. La nature organisée telle que nous la connoissons, est éteinte dans la planète de Mars depuis 14506 ans, 231.

MARTELAGE. Inconvéniens du martelage dans les bois, vol. VIII 333.

MERCURE (le) perd sa fluidité à 187 degrés de froid au-dessous de la congélation de l'eau, & pourroit la perdre à un degré de froid beaucoup moindre si on le réduisoit en vapeurs, vol. VIII, 9.

MERCURE (Planète de) Si Mercure étoit de même densité que la terre, il se feroit consolidé jusqu'au centre en 968 ans $\frac{1}{3}$, refroidi à pouvoir en toucher la surface en 11301 ans, & à la température actuelle de la terre en 24682 ans; mais comme sa densité est à celle de la terre :: 2040 : 1000, il ne s'est consolidé jusqu'au centre qu'en 1976 ans $\frac{3}{10}$, refroidi au point d'en pouvoir toucher la surface en 23054 ans, & enfin à la tem-

pérature actuelle de la terre en 50351 ans, vol. IX, 67 & *suiv.* Recherches sur la perte de la chaleur propre de cette planète, & sur la compensation à cette perte, 94 & *suiv.* Cette planète jouissoit de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, dans l'année 54192 de la formation des planètes, 96. Le moment où la chaleur envoyée par le soleil à Mercure s'est trouvée égale à la chaleur propre de cette planète, a été dans l'année 67167 de la formation des planètes, 97. Mercure a été la sixième terre habitable, & la nature vivante a commencé de s'y établir en l'année 24813, pour y durer jusqu'à l'année 187765 de la formation des planètes, 223. La nature organisée telle que nous la connoissons, est en pleine existence sur cette planète, 231.

MÉTAUX. Tous les métaux & toutes les substances métalliques perdent quelque chose de leur substance par l'application du feu. Preuve de cette vérité par des expériences, vol. VIII, 2, & *suiv.* Explication de la manière dont les métaux, & particulièrement l'or & l'argent, se sont formés dans le sein de la terre par sublimation, *ibid.* Les métaux & les minéraux métalliques, si l'on en excepte le fer & les matières ferrugineuses, ne font, pour ainsi dire, qu'une partie infiniment petite du volume du globe de la terre, vol. IX, 65 & *suiv.*

MÉTHODE que l'auteur a suivie dans toutes ses recherches sur la nature; c'est de voir les extrêmes avant de considérer les milieux, vol. VIII, 45 & *suiv.*

MINES de fer. Il y a deux espèces principales de mines de fer ; les unes en roches , les autres en grains , vol. VIII , 42. Expériences sur la fusion des mines de fer très différentes des procédés ordinaires , par un ventilateur au lieu de soufflets , 45 & suiv. Toutes les mines de fer en général peuvent donner de l'acier naturel sans avoir passé par les états précédens de fonte & de fer , 52. La qualité du fer ne dépend pas de la mine , mais de la maniere dont on le traite , *ibid.* D'où vient le préjugé que toutes les mines de fer contiennent beaucoup de soufre , 53. Avec toutes sortes de mines on peut toujours obtenir du fer de même qualité. Preuve par l'expérience , 56 & suiv. Le lavage des mines dans des lavoirs forcés de fer , percés de petits trous , est utile pour certaines espèces de mines , 61 & suiv. La mine de fer peut se fondre seule & sans aucune addition ou mélange de castine ni d'aubue , lorsque cette mine est nette & pure. — Il en résulte cependant un inconvénient , c'est qu'une partie de la mine se brûle ; moyens de prévenir cette perte , 67 & suiv. Fusion des mines de fer , avec la plus grande économie à laquelle l'auteur ait pu parvenir , est d'une livre & demie de charbon pour une livre de bonne fonte de fer , 69 & suiv. Les mines de fer qui contiennent du cuivre ne donnent que du fer aigre & cassant , 73 & suiv. Les très petits grains de mine de fer sont spécifiquement plus pesans que les gros grains , & contiennent par conséquent plus de fer , 75. Difficultés des essais en grand des mines de fer. — Maniere de faire ces essais , 79 & suiv. Défaut dans la façon ordinaire de fondre les mines de fer , & dans la maniere de conduire le fourneau , 82. Def-

cription des mines de fer qu'on emploie à Ruelle en Angoumois, pour faire les canons de la Marine, 115 & suiv. Dans quel cas le grillage des mines est nécessaire, 119.

MINES de fer cristallisées (les) doivent la plupart leur origine à l'élément de l'eau, vol. VIII, 44. Celle que l'auteur a trouvée en Bourgogne, est semblable à celle de Sibérie, qui est une mine cristallisée. — Examen de cette mine, 76 & suiv.

MINES de fer en grain (les) qui ne sont point attirables par l'aimant ont été formées par l'élément de l'eau. — Leur origine. — Chauffées à un grand feu dans des vaisseaux clos, elles n'acquièrent point la vertu magnétique, tandis que chauffées à un moindre feu dans des vaisseaux ouverts, elles acquièrent cette vertu, vol. VIII, 43 & suiv. Elles ne contiennent point de soufre pour la plupart, & par cette raison n'ont pas besoin d'être grillées avant d'être mises au fourneau, 54. Elles valent mieux & sont plus aisées à traiter que les mines de fer en roche. — On peut faire en France avec toutes nos mines de fer en grain d'aussi bons fers que ceux de Suède, *ibid.* & s. Expériences & observations à faire sur les mines de fer en grains, avant de les employer pour en faire du fer, 57 & suiv. Dans quel cas on doit cribler & vanner les mines en grain; avantages de cette méthode. — Il y a très peu de matières qui retiennent l'humidité aussi long-temps que les mines de fer en grain. Difficultés de les sécher, &c. 63 & suiv. Comparaison du produit en fer des mines en grain & en roche, 75 & suiv.

MINES *de fer en roche* (les) se trouvent presque toutes dans les hautes montagnes. — Leur différence par la couleur, & leurs variétés. — Toutes les mines de fer en roche de quelque couleur qu'elles soient, deviennent noires par une assez légère calcination, vol. VIII, 42 & suiv. Elles doivent pour la plupart leur origine à l'élément du feu, 44. Celles de Suède renferment souvent de l'asbeste, *ibid.* Courte description des grands travaux nécessaires à leur extraction & préparation avant d'être mises au fourneau de fusion, 54 & suiv. Quoique généralement parlant, les mines de fer en roche, & qui se trouvent en grandes masses solides, doivent leur origine à l'élément du feu, néanmoins il se trouve aussi plusieurs mines de fer en assez grosses masses, qui se sont formées par le mouvement & l'intermède de l'eau. Maniere de reconnoître leur différente origine, 118 & suiv.

N.

NATURE *organisée*. Voyez les Tables, vol. IX, 110, 213, 214, 217, 218, 200, 230.

NATURE *vivante*. Il y a des espèces dans la nature vivante qui peuvent supporter 45, 50 & jusqu'à 60 degrés de chaleur dans les eaux chaudes, vol. IX, 284. On connoît des plantes, des insectes & des poissons qui supportent cette chaleur & vivent dans ces eaux, *ibid.*

NÈGRES. Leur race, d'après notre hypothèse, pourroit être plus ancienne que celle des hommes blancs, vol. IX, 185.

O

OISEAUX. On s'est souvent trompé en attribuant à la migration & au long voyage des oiseaux, les espèces de l'Europe qu'on trouve en Amérique ou dans l'orient de l'Asie, tandis que ces oiseaux d'Amérique & d'Asie, tout-à-fait semblables à ceux de l'Europe, sont nés dans leurs pays, & ne viennent pas plus chez nous que les nôtres vont chez eux, vol. IX, 226 & suiv.

OR. Voyez ARGENT, vol. VIII, 24.

OR. Origine des paillettes d'or que roulent les rivières, vol. VIII, 24 & suiv.

P

PLANÈTES. Recherches sur le refroidissement des planètes, vol. IX, 64 & suiv. Jupiter & Saturne, quoique les plus éloignées du soleil, doivent être beaucoup plus chaudes que la terre, qui néanmoins à l'exception de Vénus, est de toutes les autres planètes celle qui est actuellement la moins froide, 86. Toutes les planètes, sans même en excepter Mercure, seroient & auroient toujours été des volumes aussi grands qu'inutiles, d'une matière plus que brute, profondément gelée, & par conséquent des lieux inhabités de tout temps, inhabitables à jamais, si elles ne renfermoient pas au-dedans d'elles-mêmes des trésors d'un feu bien supérieur à celui qu'elles reçoivent du soleil, 246. Nouvelles preu-

ves que les planètes ont été formées de la matière du soleil, & projetées en même temps hors du corps de cet astre, 247.

PLANÈTES. Densité des planètes relativement à celle de la terre.

Saturne & ses satellites sont composés d'une matière un peu plus dense que la pierre ponce, vol. IX, 266.

Jupiter & ses satellites sont composés d'une matière plus dense que la pierre ponce, mais moins dense que la craie, 267.

La lune est composée d'une matière dont la densité n'est pas tout-à-fait si grande que celle de la pierre calcaire dure, mais plus grande que celle de la pierre calcaire tendre, *ibid.*

Mars est composé d'une matière dont la densité est un peu plus grande que celle du grès, & moins grande que celle du marbre blanc, 268.

Vénus est composée d'une matière plus dense que l'émeril, & moins dense que le zinc, *ibid.*

Enfin Mercure est composé d'une matière un peu moins dense que le fer, mais plus dense que l'étain. — Comment il est possible que toutes ces matières aient pu former des couches de terres végétales, *ibid.* & suiv.

PLANÈTES. *Tables du refroidissement des Planètes, &c.*

Ire. Table des temps du refroidissement de la terre & des planètes, par laquelle on voit que la lune & Mars sont actuellement les planètes les plus froides ; que Saturne & Jupiter sont les plus chaudes ; que Vénus est encore bien plus chaude.

que la terre; & que Mercure qui a commencé depuis long - temps à jouir d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre, est encore actuellement, & fera pour long-temps au degré de chaleur qui est nécessaire pour le maintien de la nature vivante, tandis que la lune & Mars sont gelés depuis long - temps, vol. IX, 110.

2e. Table sur le refroidissement des planètes, 213.

3e. Table qui représente l'ordre des temps de leur consolidation & de leur refroidissement au point de pouvoir les toucher, abstraction faite de toute compensation, 214.

4e. Table qui représente l'ordre des temps de leur consolidation ; de leur refroidissement au point de pouvoir les toucher ; de leur refroidissement à la température actuelle ; & encore de leur refroidissement au plus grand degré de froid que puisse supporter la nature vivante, c'est-à-dire, à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle, 217.

5e. Table plus exacte des temps du refroidissement des planètes & de leurs satellites, 220.

6e. Table du commencement, de la fin & de la durée de l'existence de la nature organisée dans chaque planète, 230.

PLANÈTES. *Température des planètes.* Voyez CHALEUR du globe terrestre, comparée à la chaleur de Jupiter, la Lune, Mars, Mercure, Saturne & Vénus.

PLUIES (les) diminuent l'intensité de la chaleur des émanations de la terre , vol. IX , 263 & f.

R

RÉSERVES. Quart de réserve. *Voyez* BOIS.

S

SATELLITES. Il est plus que probable que les satellites les plus éloignés de leur planète principale, sont réellement les plus grands, de la même manière que les planètes les plus éloignées du soleil sont aussi les plus grosses, vol. IX, III & suiv.

SATURNE. (Planète de) Si Saturne étoit de même densité que la terre, il se seroit consolidé jusqu'au centre en 27597 ans, refroidi à pouvoir en toucher la surface en 322154 ans $\frac{1}{2}$, & à la température actuelle en 703446 ans $\frac{1}{2}$; mais comme sa densité n'est à celle de la terre que : : 184 : 1000, il s'est consolidé jusqu'au centre en 5078 ans, refroidi à pouvoir en toucher la surface en 59276 ans, & enfin ne se refroidira à la température actuelle de la terre qu'en 129434 ans, vol. IX, 69. Recherches sur la perte de la chaleur propre de cette planète, & sur la compensation à cette perte, 107. Cette planète ne jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, que dans l'année 130821 de la formation des planètes, 108. Le moment où la chaleur envoyée par le soleil à Saturne se trouvera égale à la chaleur propre de cette pla-

nète, n'arrivera que dans l'année 430197 de la formation des planètes, 109. Saturne a une vitesse de rotation plus grande que celle de Jupiter, puisque dans l'état de liquéfaction, sa force centrifuge a projeté des parties de sa masse à plus du double de distance, à laquelle la force centrifuge de Jupiter a projeté celles qui forment le satellite le plus éloigné. — Et puisqu'il est environné d'un anneau dont la quantité de matière est encore beaucoup plus considérable que la quantité de matière de ses cinq satellites pris ensemble, 152. & suiv. Cette planète a été la quatorzième terre habitable, & la nature vivante y a duré depuis l'année 59911, & y durera jusqu'à l'année 262020 de la formation des planètes, 225. La nature organisée, telle que nous la connoissons, est dans sa première vigueur sur la planète de Saturne, 231.

SATURNE. Anneau de Saturne. Voyez ANNEAU.

SATURNE. Satellites de Saturne. La grandeur relative des satellites de Saturne n'est pas bien constatée; mais, par analogie, l'auteur suppose ici, comme il l'a fait pour Jupiter, que les plus voisins sont les plus petits, & que les plus éloignés sont les plus gros, vol. IX, 150. Distance des satellites de Saturne, comparée à la distance des satellites de Jupiter, 151.

1er. *Satellite*. Recherches sur la perte de la chaleur propre de ce satellite, & sur la compensation à cette perte, vol. IX, 169 & suiv. Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce premier satellite, a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé dans le temps de l'incandescence, 169. Ce ne sera que dans l'année 124490 de la formation des planètes que ce satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre. -- Et il ne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de cette température que dans l'année 248980 de la formation des planètes, 173 & suiv. Ce satellite a été la dixième terre habitable, & la nature vivante y a duré depuis l'année 40020, & y durera jusqu'à l'année 174784 de la formation des planètes, 224. La nature organisée, telle que nous la connoissons, est en pleine existence sur ce premier satellite, 231.

2e. *Satellite*. Recherches sur la perte de la chaleur propre de ce satellite, & sur la compensation à cette perte, 65 & suiv. Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite s'est trouvée égale à sa chaleur propre, a été dans la huitième année après l'incandescence, 179. Et ce ne sera que dans l'année 119607 de la formation des planètes, que ce satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre. -- Et il ne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de cette température que dans l'année 239214 de la formation des planètes, 185 & suiv. Ce satellite a été la neuvième terre habitable, & la nature vivante y a duré depuis l'année 38451, & y durera jusqu'à

l'année 167928 de la formation des planètes, 224 & suiv. La nature organisée, telle que nous la connoissons, est en pleine existence sur ce second satellite, *ibid.*

Satellites de Saturne

3e. *Satellite.* Recherches sur la perte de la chaleur propre de ce satellite, & sur la compensation à cette perte, 185 & suiv. Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé dans l'année 631 de la formation des planètes, 189. Ce ne sera que dans l'année 111580 de la formation des planètes, que ce satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre. -- Et il ne sera refroidi à $\frac{2}{3}$ de cette température que dans l'année 223160 de la formation des planètes, 193 & suiv. Ce satellite a été la huitième terre habitable, & la nature vivante y a duré depuis l'année 35878, & y durera jusqu'à l'année 156658 de la formation des planètes, 224. La nature organisée, telle que nous la connoissons, est en pleine existence sur le troisième satellite de Saturne, *ibid.*

4e. *Satellite.* Recherches sur la perte de la chaleur propre de ce satellite, & sur la compensation à cette perte, 194 & suiv. Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé dans l'année 6132 de la formation des planètes, 198 & suiv. C'a été dans l'année 54505 de la formation des planètes que ce satellite a joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre. -- Mais ce ne sera

que dans l'année 109010 de la formation des planètes qu'il sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre, 202 & suiv. Ce satellite a été la quatrième terre habitable, & la nature vivante y a duré depuis l'année 17523, & y durera jusqu'à l'année 76526 de la formation des planètes, 222. La nature organisée, telle que nous la connoissons, est prête à s'éteindre dans ce quatrième satellite, 231.

Satellites de Saturne.

5e. *Satellite*. Recherches sur la perte de la chaleur propre de ce satellite, & sur la compensation à cette perte, 201 & suiv. Ce satellite a joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, dans l'année 15298 de la formation des planètes, 203 & suiv. Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite s'est trouvée égale à sa chaleur propre, est arrivé dans l'année 15946 de la formation des planètes, 207. Et il a été refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre dans l'année 67747 de la formation des planètes, 211 & suiv. Ce satellite a été la première terre habitable, & la nature vivante n'y a duré que depuis l'année 4916 jusqu'à l'année 47558 de la formation des planètes, 221. La nature vivante, telle que nous la connoissons, est éteinte dans le cinquième satellite, 231.

SCIENCES. L'un des plus grands moyens d'avancer les sciences, c'est d'en perfectionner les instrumens, vol. VIII, 12 & suiv.

SEMIS de bois. Détail des différentes manieres dont on peut semer les glands, & les raisons de

préférence pour telle ou telle autre manière ; le tout prouvé par l'expérience, vol. VIII, 295 & suiv. Dans quelle espèce de terrain on doit semer de l'avoine avec les glands, 298 & suiv. Manière de semer & planter dans les terrains secs & graveleux, 300. Expériences pour reconnoître quelles sont les terres les plus contraires à la végétation, 301. Le gland peut venir dans tous les terrains, *ibid.* Manière de semer & de planter du bois en imitant la nature, qui est aussi la moins dispendieuse & la plus sûre de toutes. -- Preuve par l'observation & par l'expérience, 304 & suiv. L'abri est l'une des choses les plus nécessaires à la conservation des jeunes plantes, 307 & suiv. Arbres & arbrisseaux qu'il faut planter pour faire des abris aux jeunes chênes venus de glands dans les premières années, 308. Détail des inconvéniens de la culture des bois semés ou plantés, 310 & suiv. Moyen simple & facile qui équivaut à toute culture, & qu'on doit toujours employer dans tous les cas, 259. Il y a des terrains où il suffit de receper une fois, d'autres où il faut receper deux & même trois fois les jeunes chênes qui proviennent des glands semés, 317 & suiv. Manière de rétablir les jeunes plants frappés de la gelée, 319. La meilleure manière est de les receper en les coupant au pied, on perd deux ou trois ans pour en gagner dix ou douze, *ibid.* Le chêne, le hêtre & le pin sont les seuls arbres qu'on puisse semer avec succès dans les terrains en friche, & sans culture précédente, 320. Le pin dans les terrains les plus arides, & où la terre n'a que peu ou point de liaison ; le hêtre dans les terrains mêlés de gravier ou de sable, où la terre est en-

core aisée à diviser; & le chêne dans presque tous les terrains, *ibid.* & suiv. Toutes les autres espèces d'arbres veulent être semées en pépinière, & ensuite transplantés à l'âge de deux ou trois ans, *ibid.* Lorsqu'on veut semer du bois, il faut attendre une année abondante en glands. --- Dans les années où le gland n'est pas abondant, les sangliers, & surtout les mulots détruisent le semis. --- Le nombre des mulots qui viennent emporter les glands semés nouvellement, est prodigieux, & le dégât qu'ils font est incroyable; exemple à ce sujet, 321 & suiv.

SÈVE. ce qui arrive lorsqu'on intercepte la sève en enlevant une ceinture d'écorce à l'arbre, vol. VIII, 212. L'interception de la sève hâte la production des fruits, & fait durcir le bois, 215 & suiv.

SIRIUS. *Etoile de Sirius.* Son énorme distance de notre soleil, vol. IX, 237. Idée de comparaison entre le système de Sirius & celui du soleil, *ibid.* & suiv.

SOLEIL. La chaleur du soleil peut être regardée comme une quantité constante, qui n'a que très peu varié depuis la formation des planètes, vol. IX, 78 & suiv. Considération sur la nature du soleil, & sur l'origine du feu dont sa masse est pénétrée, 243 & suiv. La chaleur du soleil n'est pas assez forte pour maintenir seule la nature organisée dans la planète de Mercure, quoique cette chaleur du soleil y soit beaucoup plus grande que sur aucune autre planète, 244 & suiv. Démonstration que la chaleur seule du so-

leil ne suffiroit pas pour maintenir la nature vivante sur la terre, ni sur aucune autre planète, 246.

SOUFRE. Lorsqu'on fait couler le fer rouge par le moyen du soufre, on change la nature du fer; ce n'est plus du métal, mais une espèce de matière pyriteuse, vol. VIII, 109 & suiv.

SYSTÈME du soleil & des étoiles fixes. Comment il se pourroit faire qu'il y eût communication d'un système à l'autre, vol. IX, 342 & suiv.

T

T AILLIS. Voyez **BOIS taillis** & **SEMIS**.

TEMPÉRATURE. Dans tous les lieux où la température est la même, on trouve non-seulement les mêmes espèces de plantes, les mêmes espèces d'insectes, les mêmes espèces de reptiles, sans les y avoir portées, mais aussi les mêmes espèces de poissons, les mêmes espèces de quadrupèdes, les mêmes espèces d'oiseaux, sans qu'ils y soient allés, vol. IX, 226. La même température nourrit, produit par-tout les mêmes êtres, *ibid.* De la même manière qu'on a trouvé, par l'observation de cinquante-six années successives, la chaleur de l'été à Paris, de 1026, c'est-à-dire, de vingt-six degrés au-dessus de la congélation; on a aussi trouvé avec les mêmes thermomètres que cette chaleur de l'été étoit 1026 dans tous les autres climats de la terre, depuis l'équateur jusque vers le cercle polaire; nombre d'exemples à ce sujet, vol. VIII, 279 & suiv. De ces

ces observations résulte le fait incontestable de l'égalité de la plus grande chaleur en été dans tous les climats de la terre, vol. IX, 275. Pourquoi la chaleur est plus grande au Sénégal qu'en aucun climat de la terre? Explication de la cause particulière qui produit cette exception, 277 & suiv. L'excès de la chaleur produit par les causes locales, n'étant que de 6 ou 7 degrés au-dessus de la plus grande chaleur du reste de la zone torride; & l'excès du froid produit de même par les causes locales, étant de plus de 40 degrés au-dessus du plus grand froid, sous la même latitude au nord, il en résulte que ces mêmes causes locales ont bien plus d'influence dans les climats froids que dans les climats chauds; raisons de cette différence d'effets, 282 & suiv.

TEMPÉRATURE des planètes. Degrès de chaleur où elles ont passé successivement. Voyez CHALEUR du globe terrestre, comparée à celle de Jupiter, la Lune, Mars, Mercure, Saturne & Vénus.

TERREINS ingrats & stériles. Lorsqu'on aura des terres tout-à-fait ingrates & stériles où le bois refuse de croître, & des parties de terrains situées dans des petits vallons en montagne, où la gelée supprime les rejetons des chênes & des autres arbres qui quittent leurs feuilles, la manière la plus sûre & la moins coûteuse de peupler ces terrains, est d'y planter des jeunes pins à vingt ou vingt-cinq pas les uns des autres, vol. VIII, 321 & suiv. Un bois de pins exploité convenablement peut devenir un fonds non-seulement aussi

fructueux, mais aussi durable qu'aucun autre fonds de bois, 323 & suiv.

THÉORIE. Discussions de la théorie sur la formation des planètes, & solution des objections qu'on peut faire contre cette théorie, vol. IX, 247 & suiv. Autres objections contre la théorie de l'Auteur sur le refroidissement de la terre. Réponses satisfaisantes à ces objections, 265 & suiv.

THERMOMÈTRE. Le degré de la congélation de l'eau, que les constructeurs de thermomètres ont regardé comme la limite de la chaleur, & comme un terme où l'on doit la supposer égale à zéro, est au contraire un degré réel de la chaleur. --- Puisque c'est à-peu-près le point milieu entre le degré de la congélation du mercure, & celui de la chaleur nécessaire pour fondre le bismut, qui est de 190 degrés au-dessus de celui de la congélation, vol. VIII, 10 & suiv. Les thermomètres observés pendant cinquante-six années de suite, ont démontré que la plus grande chaleur en été est de 26 degrés au-dessus de la congélation, & le plus grand froid de 6 degrés au-dessous, année commune, vol. IX, 272 & suiv. Défaut dans la construction du thermomètre de Réaumur, *ibid.*

TREMPE. Différens effets de la trempe sur la fonte, le fer & l'acier, selon les différentes nuances & les différens degrés de cette trempe, vol. VIII, 99. Expériences à ce sujet, *ibid.* & suiv.

U

UNIVERS. L'étendue de l'univers paroît être sans borne, & le systême solaire ne fait qu'une province de l'empire universel du Créateur, empire infini comme lui, vol. IX, 237.

V

VAISSEAUX. Mâtures des vaisseaux. Il faudroit faire écorcer & sécher sur pied les sapins que l'on emploie à la mâture des vaisseaux. -- Et à l'égard des pièces courbes qu'on emploie à la construction des vaisseaux, il vaut mieux les prendre d'arbres de brins de la grosseur nécessaire pour faire une seule pièce courbe, que de scier ces courbes dans de plus grosses pièces. Preuve par l'expérience, vol. VIII, 335 & suiv.

VENT *des soufflets*. Conduite du vent dans les grands fourneaux à fondre les mines de fer, vol. VIII, 73 & suiv.

VÉNUS (*Planète de*) Si Vénus étoit de même densité que la terre, elle se seroit consolidée jusqu'au centre en 2744 ans, refroidie à pouvoir en toucher la surface en 32027 ans, & à la température actuelle de la terre en 69933 ans; mais comme sa densité est à celle de la terre :: 1270 : 1000, elle ne s'est consolidée jusqu'au centre qu'en 3484 ans $\frac{22}{25}$, refroidie au point d'en pouvoir toucher la surface en 40674 ans, & enfin à la température actuelle de la terre en 88815

ans , vol. IX, 68 & suiv. Recherches sur la perte de la chaleur propre de cette planète , & sur la compensation à cette perte , 97 & suiv. Cette planète jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre , dans l'année 91643 de la formation des planètes , *ibid.* Le moment où la chaleur envoyée par le soleil à Vénus se trouvera égale à la chaleur propre de cette planète , ne se trouvera que dans l'année 175924 de la formation des planètes , 99. Cette planète a été la onzième terre habitable , & la nature vivante y a duré depuis l'année 41969 , & y durera jusqu'à l'année 228540 de la formation des planètes , 224 & suiv. La nature organisée , telle que nous la connoissons , est en pleine existence sur la planète de Vénus , 231 & suiv.

VERRE (le) pesé chaud couleur de feu , perd en se refroidissant $\frac{1}{576}$ de son poids , vol. VIII , 21. Expériences sur le temps de la consolidation du verre , 30. Il se consolide plus promptement que la fonte de fer , *ibid.* & suiv.

VIGNES. Quelques moyens d'y prévenir & tempérer les effets de la gelée , vol. IX, 61 & f.

Fin de la Table des Matieres.

Thorp.

15 FEB. 1915





TABLE

De ce qui est contenu dans ce Volume.

Suite de la Partie expérimentale.

TREIZIEME MÉMOIRE. *R*echerches de la cause de l'excentricité des couches ligneuses qu'on apperçoit quand on coupe horizontalement le tronc d'un arbre; de l'inégalité d'épaisseur & du différent nombre de ces couches, tant dans le bois formé que dans l'aubier. Page 5

QUATORZIEME MÉMOIRE. Observations des différens effets que produisent sur les végétaux les grandes gelées d'hiver & les petites gelées du printemps. 27

PARTIE HYPOTHETIQUE.

PREMIER MÉMOIRE. Recherches sur le refroidissement de la terre & des planètes. 41

SECOND MÉMOIRE. Fondemens des recherches précédentes sur la température des planètes. 234
Table des matières. Page j & suiv.

Thorp.

15 FEB. 1915



